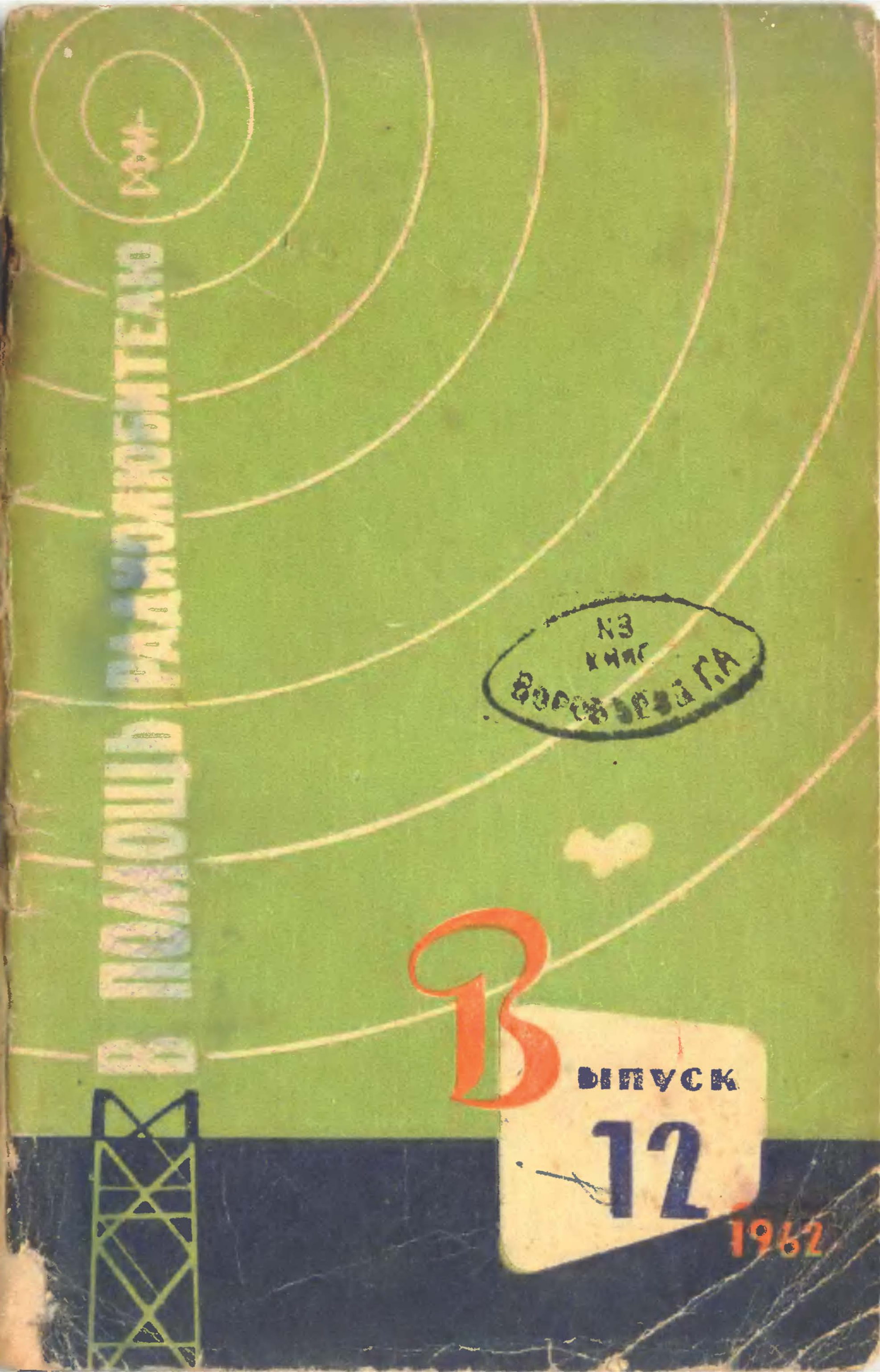


В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ
ВЫПУСК
12
1962



ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ — МОСКВА 1962

Сборники «В помощь радиолюбителю» Издательство ДОСААФ выпускает совместно с Центральным радиоклубом ДОСААФ.

В этих сборниках даются описания любительских конструкций приемной, звукозаписывающей, усилительной, измерительной, телевизионной, КВ и УКВ аппаратуры, а также различные справочные и расчетные материалы.

Начиная с выпуска № 10 в сборниках помещаются также материалы по тематике бывшей «Библиотеки журнала «Радио».

Брошюры серии «В помощь радиолюбителю» рассчитаны на широкие круги радиолюбителей.

РАДИОВЕЩАТЕЛЬНЫЙ ПРИЕМНИК ВТОРОГО КЛАССА ИЗ ЗАВОДСКИХ ДЕТАЛЕЙ

М. Балашов, И. Меробьян

Приемник имеет четыре диапазона: длинные волны 2 000—723 *м* (150—415 *кгц*), средние волны 577—188 *м* (520—1 600 *кгц*), короткие волны I—24,8—36,6 *м* (12,1—8,2 *Мгц*), короткие волны II — 38,6—75,9 *м* (3,8—3,95 *Мгц*). Промежуточная частота приемника 460 *кгц*.

Чувствительность приемника на всех диапазонах не хуже 50 *мкв*, чувствительность усилителя НЧ с гнезд звукоснимателя при полной выходной мощности равна 5 *мв*.

Выходная мощность приемника не менее 2 *вт* при коэффициенте нелинейных искажений не более 5%. В усилителе имеется раздельная регулировка тембра по низким и высоким частотам.

Питание приемника производится от сети переменного тока напряжением 110, 127 и 220 *в* и частотой 50 *гц* Потребляемая мощность составляет не более 50 *вт*.

Блок-схема приемника. Приемник собран по супергетеродинной схеме; его блок-схема приведена на рис. 1 Сигнал из антенны поступает на входные контуры. Входной контур служит для ослабления помех по зеркальному каналу, а также дает некоторое усиление сигнала ВЧ

С входных контуров сигнал поступает на сетку лампы смесителя $Л_1$ (6И1П). Одновременно на другую сетку смесителя подается напряжение гетеродина, собранного на триоде этой же лампы.

Гетеродин вместе со смесителем образуют преобразовательный каскад; он служит для преобразования принимаемой частоты сигнала в промежуточную.

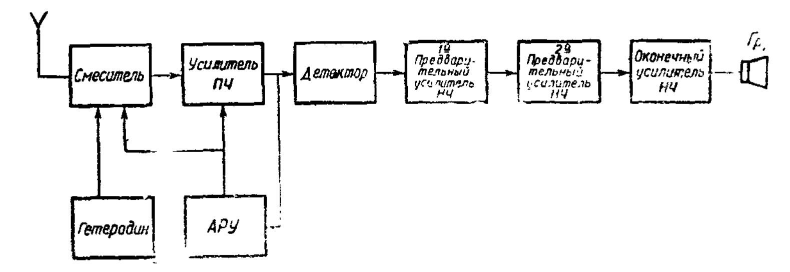


Рис. 1

Напряжение промежуточной частоты подается на усилитель ПЧ, собранный на лампе $Л_2$ (6К4П), который предназначен для усиления напряжения ПЧ и для ослабления помех по соседнему каналу.

С усилителя ПЧ сигнал поступает на два детектора — детектор АРУ (автоматической регулировки усиления) и детектор, выделяющий низкочастотную составляющую из сигнала ПЧ.

Система АРУ предназначена для изменения коэффициента усиления смесителя и усилителя ПЧ таким образом, чтобы при приеме сигналов различной силы напряжение на детекторе (т. е. громкость на выходе) менялось незначительно.

Напряжение НЧ с детектора поступает на регулятор громкости и в цепи регулировки тембра. Раздельная регулировка тембра по низким и высоким частотам дает возможность лучше подобрать удовлетворяющий слушателя тембр звучания. Далее сигнал подается на два каскада предварительного усиления НЧ, выполненных на лампе $Л_3$ (6Н2П). Со второго каскада сигнал подается на сетку лампы $Л_4$ (6П14П) оконечного усилителя. Последний каскад нагружен на динамический громкоговоритель $Гр_1$.

Для уменьшения нелинейных искажений второй предварительный усилитель и оконечный усилитель НЧ охвачены отрицательной обратной связью.

Принципиальная схема приемника (рис. 2). Как было отмечено выше, ВЧ сигнал с входных контуров подается на первую сетку лампы смесителя, выполненного на гептодной части $Л_1$ (6И1П), а напряжение гетеродина — на третью.

Гетеродин собран на триодной части лампы $Л_1$

Рис. 2

(6И1П) по схеме с параллельным питанием и с индуктивной обратной связью.

Блок входных и гетеродинных контуров с клавишным переключателем — унифицированный, от приемника «Восток-57».

Для того чтобы при изготовлении приемника радиолюбителям было легче разобраться в блоке контуров, рассмотрим несколько подробнее коммутацию контурных и гетеродинных катушек.

Напряжение ВЧ из антенны через разделительный конденсатор C_1 и фильтр-пробку $L_1C_2R_1$ подается на систему контактов *1*, *2*, *3* и *4* переключателя. Фильтр $L_1C_2R_1$ настраивается на промежуточную частоту; он служит для устранения помех при приеме сигналов с частотой, близкой к промежуточной.

В положении переключателя, показанном на схеме, включена клавиша «Грамзапись» — все катушки замкнуты, напряжение питания на анод гетеродина не подается, усилитель НЧ отключен от детектора и подключен к гнездам звукоснимателя.

При нажатии клавиши одного из диапазонов соответствующие перемычки перемещаются влево. Например, при нажатии клавиши ДВ (длинные волны) все контакты a_1, a_2, a_3 и a_4 перемещаются влево. При этом антенная катушка длинных волн L_5 контактом a_1 соединяется с антенной; контурная катушка L_9 контактом a_2 присоединяется к конденсатору переменной емкости C_{12}, а через конденсатор C_7 и контур $L_{10}C_4$ — к сетке лампы смесителя. Одновременно происходит переключение гетеродинных катушек: контакт a_3 размыкает контурную катушку гетеродина L_{18}, а контакт a_4 соединяет ее через конденсатор сопряжения C_{23} с переменным конденсатором C_{24} и соответственно с сеткой лампы гетеродина.

При нажатии клавиши СВ (средние волны) аналогично переключаются катушки средних волн, длинноволновые при этом замыкаются и т. д.

На плате клавишного переключателя, кроме контурных катушек и подстроечных конденсаторов, смонтированы следующие детали: конденсаторы C_1, C_3, C_4, C_6, C_7, C_{11}, C_{13}, C_{14}, C_{19}, C_{20}, C_{21}, C_{22}, C_{23}, C_{26} и сопротивления R_1, R_2, R_5 и R_6.

С анодной нагрузки смесителя сигнал ПЧ подается на управляющую сетку лампы $Л_2$ (6К4П) усилителя ПЧ. Фильтры ПЧ в смесителе и в усилителе ПЧ — унифицированные, от приемника «Родина».

Анод лампы усилителя ПЧ подсоединяется к отводу контура $L_{21}C_{32}$ для двух целей: для уменьшения влияния детекора АРУ на добротность фильтра (детектор АРУ имеет сравнительно небольшое входное сопротивление, так как собран по параллельной схеме) и для получения более устойчивого усиления каскада.

Выделение сигнала звуковой частоты из усиленного напряжения ПЧ осуществляется детектором $Д_3$ (Д2Е) Так как от детектора идет длинный экранированный провод к клавишному переключателю, то для устранения расстройки контура емкостью провода и для предотвращения «пролезания» промежуточной частоты в низкочастотный канал применена цепь, состоящая из R_{10}, емкости провода, R_{13} и C_{37}; она служит для фильтрации напряжения ПЧ.

Детектор АРУ $Д_2$ (Д2Е) собран по параллельной схеме. Напряжение задержки детектора АРУ, служащее одновременно напряжением смещения ламп усилителя ПЧ и смесителя, подается на диод $Д_2$ от специального выпрямителя.

Выпрямитель смещения собран по однополупериодной схеме на диоде $Д_1$ (Д2Е); для выпрямления используется напряжение накала ламп, равное 6,3 *в*.

Такой способ получения напряжения смещения, несмотря на некоторое усложнение схемы, вполне рационален, так как при этом устраняется зависимость величины напряжения смещения от режима работы остальных каскадов и, кроме того, в большой степени устраняются взаимные связи между каскадами.

Напряжение с детектора АРУ через развязывающий фильтр R_7C_{30} подается на управляющую сетку лампы усилителя ПЧ, а затем через дополнительный развязывающий фильтр R_3C_{25} — на сетку лампы смесителя.

С нагрузки детектора сигнал НЧ поступает на регулятор громкости R_{14} и затем на регуляторы тембра. Для регулирования высоких частот служит цепь $C_{41}R_{19}C_{42}$. Конденсатор C_{41} имеет малую емкость и поэтому хорошо пропускает только высокие частоты. Перемещая движок потенциометра вверх (по схеме), пода-

ем на вход усилителя все напряжение, перемещая вниз только часть напряжения высших частот.

Для регулировки низших частот служит цепь $R_{15}R_{16}R_{17}C_{39}C_{40}$.

Сопротивление R_{15} и часть потенциометра R_{16} образуют с конденсатором C_{40} частотно-зависимый делитель напряжения. Так как для высоких частот сопротивление конденсатора C_{40} мало, то они будут «отсеиваться» этой цепью. Полоса частот, «заваливаемых» конденсатором C_{40}, зависит от положения движка потенциометра R_{16}. В нижнем положении движка на вход усилителя будут поступать только низшие частоты.

При помощи регулировок можно добиться преобладания низших или высших частот. Частотные характеристики усилительного тракта при различных положениях ручек регулировки тембра показаны на рис. 3.

С регуляторов тембра напряжение подается на усилитель НЧ.

Предварительный усилитель НЧ — двухкаскадный, собран на двойном триоде $Л_3$ (6Н2П).

Для уменьшения нелинейных искажений и выравнивания частотной характеристики усилителя применена частотно-зависимая отрицательная обратная связь. Напряжение отрицательной обратной связи снимается с вторичной обмотки выходного трансформатора $Тр_1$ и через частотно-зависимый делитель напряжения $R_{26}C_{47}R_{25}$ поступает на сетку лампы второго каскада. Одновременно сопротивление R_{25} создает отрицательную

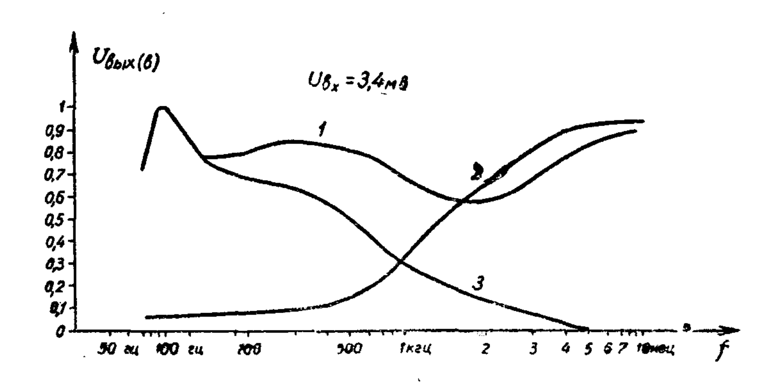


Рис. 3

обратную связь по току. Конденсатор C_{47} служит для уменьшения усиления высших частот за счет увеличения действия отрицательной обратной связи. Напряжение смещения первого каскада усилителя НЧ образуется за счет падения напряжения на сопротивлении R_{20}. Конденсатор C_{43} блокировочный.

Оконечный усилитель НЧ собран на лампе $Л_4$ (6П14П). Для уменьшения нелинейных искажений в цепь экранной сетки лампы включено небольшое незаблокированное сопротивление R_{28}.

Смещение на управляющей сетке лампы — автоматическое; получается оно за счет падения напряжения на сопротивлении R_{30}. Блокировочный конденсатор C_{50} служит для устранения отрицательной обратной связи по току, уменьшающей усиление и увеличивающей внутреннее сопротивление выходного каскада.

Для выравнивания частотной характеристики оконечного усилителя НЧ выходной трансформатор $Тр_1$ заблокирован конденсатором C_{49}, уменьшающим усиление на высших частотах.

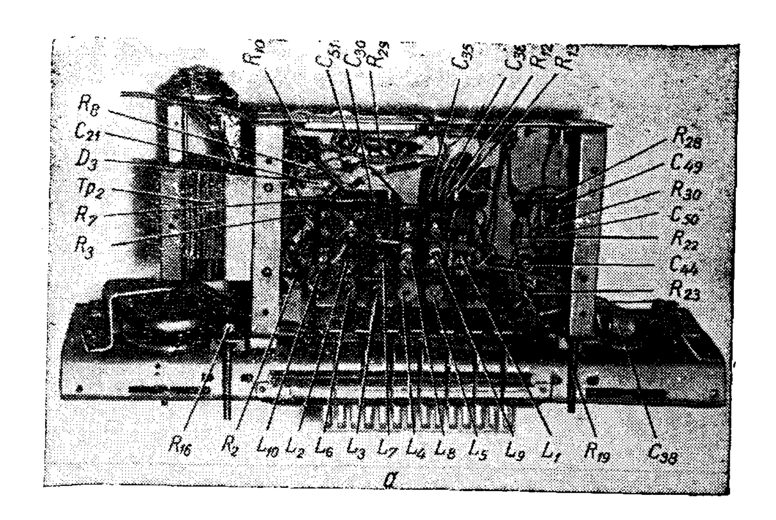
Выпрямитель питания анодно-экранных цепей приемника собран по мостовой схеме на АВС 80-260; силовой трансформатор $Тр_2$ выпрямителя применен от приемника «Восток-57».

Напряжение питания экранной сетки лампы оконечного усилителя НЧ, усилителя ПЧ, гетеродина и смесителя подается после фильтрующей цепи $R_{29}C_{48}$. В анодные цепи лампы предварительных каскадов усилителя НЧ включен дополнительный сглаживающий фильтр $R_{22}C_{44}$, который одновременно является фильтром развязки предварительных каскадов усилителя НЧ от остальных каскадов приемника.

Сборка радиоприемника. Сборку приемника следует начинать с укрепления деталей на шасси (рис. 4,*а,б*).

В первую очередь устанавливаются все ламповые панели, гнезда подключения антенны, звукоснимателя и другие детали, непосредственно крепящиеся на шасси. В последнюю очередь крепится силовой трансформатор $Тр_2$.

После укрепления всех деталей можно приступать к монтажу. В первую очередь проводятся накальные цепи. Для этого следует использовать витой шнур с раз-



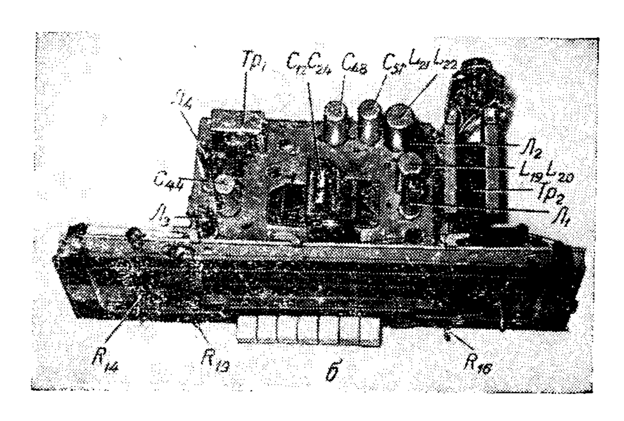


Рис. 4

личной окраской проводов. Сечение проводов должно быть не менее 0,5 *мм*². К шасси накальный провод подсоединяется в одной точке, вблизи лампы смесителя.

Затем следует приступить к монтажу выпрямителя и усилителя НЧ. Усилитель НЧ имеет большой коэффициент усиления, поэтому для устранения влияния паразитных наводок желательно придерживаться расположения деталей, показанного на рис. 4. Провода от гнезда «Звукосниматель» к переключателю, от переключателя к регулятору громкости и от детектора к переключателю экранированы.

Для устранения наводок в шасси все точки соединения с шасси необходимо соединить между собой медным проводом диаметром около 1 *мм*. Кроме того, желательно, чтобы все детали, идущие на землю, для каждой лампы соединялись в одной точке.

Ряд деталей (R_{15}, C_{41}, C_{42}, C_{38}) регулятора тембра крепится на самодельной планке, на другой планке монтируются выпрямитель смещения и детали R_{13}, C_{35}, R_{11}, C_{36}, R_{12}.

При монтаже усилителя ПЧ и смесителя следует избегать близкого расположения сеточных и анодных проводов, так как это может привести к самовозбуждению. Все заземленные точки в контурном блоке соединены между собой и сверху шасси выходят в виде трех голых проводов, которые следует припаять к шасси на ближайших отогнутых лепестках.

Монтаж следует производить осторожно, чтобы не повредить горячим паяльником полистироловые каркасы катушек.

Четыре длинных провода от сетевого шнура и трансформатора $Тр_2$ нужно уложить в общий металлический чулок, соединенный с шасси. Шнур прокладывается между металлическим экраном блока переключателя и рычагами. Его можно крепить снизу стяжной планки шасси, прикрепив к ней скобками или проволокой. В этом случае наводок от сети на близко расположенные провода не наблюдается.

После окончания монтажа следует тщательно проверить правильность всех соединений и только потом приемник можно включить в сеть, предварительно установив переключатель сети на требуемое напряжение и поставив предохранитель.

Налаживание приемника. Налаживание приемника следует вести в следующем порядке: на одном из диапазонов тестером ТТ-2 измеряются напряжения, указанные на принципиальной схеме (при использовании другого измерительного прибора показания могут несколько отличаться от указанных на схеме).

Если измеренные напряжения отличаются не более чем на 20%, то можно приступить к налаживанию усилителя НЧ. Для этого следует нажать клавишу «Грам-

запись», регулятором громкости R_{14} установить небольшую громкость, а регулятор тембра поставить в положение максимального подъема частот.

Работу низкочастотного усилителя можно проверить, поднеся палец к незаземленному гнезду звукоснимателя. При этом должен быть слышен громкий характерный звук частоты 50 *гц*.

Если усилитель не работает, следует проверить качество ламп, правильность монтажа и правильность подсоединения проводов к клавише «Грамзапись».

При самовозбуждении усилителя следует поменять местами концы вторичной обмотки выходного трансформатора $Тр_1$.

При больших нелинейных искажениях нужно проверить переходные конденсаторы C_{45} и C_{46} на утечку — сопротивление их изоляции должно быть не менее 1 000 *Мом*.

При налаживании приемника нужно учитывать, что усилитель НЧ имеет очень большое усиление, и поэтому основное внимание следует уделить устранению фона частотой 100 *гц*.

Нужно экспериментально подобрать точки подсоединения к шасси сопротивления R_{20} в цепи катода $Л_3$ и сопротивления R_{24} утечки сетки лампы $Л_3$.

Автором экспериментально было установлено, что наименьший уровень фона получается при присоединении сопротивлений R_{25} и R_{24} к заземленному концу нити накала и при соединении сопротивления R_{20} и конденсатора C_{43} в одной точке с шасси. В образце приемника, изготовленном автором, напряжение фона на динамике не превышало 50 *мв* при полностью введенном регуляторе громкости (напряжение на катушке полностью нагруженного громкоговорителя достигает 2—3 *в*), т. е. даже при полностью введенном регуляторе громкости фон не мешал прослушиванию слабых станций.

После налаживания усилителя НЧ можно приступить к налаживанию усилителя ПЧ. Для этого следует отпаять конденсатор C_{52}, идущий на детектор АРУ, и сопротивление R_6 для прекращения колебаний гетеродина. Входные контуры также отключаются и на первую сетку гептода лампы $Л_1$ подается напряжение от сигнал-генератора. Затем настраивают контуры фильтров ПЧ.

В данном случае в первую очередь удобнее настроить контуры смесителя, а затем усилителя ПЧ. Если при настройке контуров возникает самовозбуждение, проявляющееся в виде свистов при изменении частоты гетеродина, можно поменять местами концы одного из анодных контуров фильтра ПЧ. Положительная обратная связь между каскадами в этом случае превратится в отрицательную обратную связь, которая несколько снизит усиление каскадов.

Чувствительность нормально настроенного приемника по промежуточной частоте при подаче сигнала на первую сетку преобразователя при отключенном гетеродине должна быть не ниже 5 *мкв*.

Серьезное внимание необходимо уделить качеству диодов $Д_2$ и $Д_3$. Для детектора нужно выбирать диоды с обратным сопротивлением не менее 2 *Мом*.

Диоды с малым обратным сопротивлением в схеме последовательного детектирования дают плохое качество детектирования, а схема параллельного детектора обладает малым входным сопротивлением, которое значительно уменьшает коэффициент усиления по промежуточной частоте и ухудшает избирательность по соседнему каналу.

После настройки фильтров ПЧ сердечники фильтров нужно закрепить клеем БФ-2 для устранения возможности их расстройки при сотрясениях.

После налаживания каскадов ПЧ все отпаянные провода припаивают на место и затем настраивают входные и гетеродинные контуры.

В первую очередь производится «укладка» диапазона. Нижнюю границу диапазона устанавливают вращением сердечника соответствующего гетеродинного контура, верхнюю — подстроечным конденсатором. Эту операцию повторяют несколько раз.

При «укладке» диапазонов при помощи сигнал-генератора может ввести в заблуждение прохождение сигнала по зеркальному каналу, которое при ненастроенных входных контурах может быть довольно хорошим (зеркальный канал расположен выше рабочего канала на две промежуточные частоты, т. е. примерно на 900 *кгц*).

После укладки диапазонов можно приступить к настройке входных контуров.

3 Зак. 103

Сначала настраивается фильтр-пробка. Для этого на вход антенны от сигнал-генератора через емкость 20—30 *пф* подают модулированный сигнал с частотой, равной промежуточной, — 460 *кгц* и вращением сердечника контура добиваются минимальной слышимости сигнала.

Настройка входных контуров производится в двух точках, частота которых определяется по формуле:

$$f_{1,2} = \pm \frac{\sqrt{3}}{4}(f_{макс} - f_{мин}),$$

где f_1 и f_2 — частоты настройки контуров;
$f_{макс}$ и $f_{мин}$ — максимальная и минимальная частоты поддиапазона.

Настройка на низшей частоте производится вращением сердечника входного контура, на высшей — соответствующим подстроечным конденсатором.

Указанный процесс повторяют несколько раз. При настройке контуров коротковолновых диапазонов также следует убедиться, что контур настраивается на рабочей частоте, а не на частоте зеркальной помехи. Всю описанную настройку удобно производить с использованием измерителя выхода. При отсутствии измерительных приборов настройку с меньшей точностью можно произвести на слух по приему радиовещательных станций. При этом нужно соблюдать такую же последовательность, как и при настройке приемника с помощью сигнал-генератора и измерителя выхода.

ПРИЕМНИК ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ

Н. Лобацевич, Н. Слезкина

Описываемый радиоприемник (рис. 1) прост по конструкции и обеспечивает достаточно высокие качественные показатели.

Он рассчитан для работы в диапазоне длинных и средних волн; питается от сети переменного тока 110, 127, 220 *в*.

Приемник выполнен по схеме прямого усиления 1-V-2. Первый каскад собран на лампе 6И1П. Пентогридная часть лампы включена пентодом (сетки *2*, *3* и *4* соединены между собой) и работает как усилитель высокой частоты. Связь антенны с контурами индуктивно-емкостная.

Катушки L_1 и L_2 намотаны лицендратом на половинках сердечников СБЗ. Между ними намотана катушка связи с антенной L_5.

Индуктивность катушки L_1 180 *мкгн*, L_2—2 000 *мкгн*, L_5 — 11 000 *мкгн*.

Если радиолюбитель не располагает сердечниками СБЗ, то можно применить входные контуры средних и длинных волн от промышленных радиоприемников «Урал», «Балтика», «Москвич», «Рекорд», «АРЗ», причем вход приемника должен быть выполнен по схеме входной цепи соответствующего промышленного приемника.

Катушки анодного контура L_3, L_4 аналогичны L_1, L_2. Если использовать катушки входных контуров от промышленного приемника в анодной цепи L_3, L_4, то катушки связи остаются не подключенными или сматываются с каркаса. Индуктивность L_3 180 *мкгн*, L_4 — 2 000 *мкгн*.

Для устранения самовозбуждения сеточные и анод-

Рис. 1

ные контуры необходимо экранировать (L_1—L_4 и полупеременные конденсаторы заключаются в экран), а проводники сеточных и анодных цепей должны быть как можно короче. Следует избегать близкого взаимного расположения проводников сеточной и анодной цепей.

Роль детектора в приемнике выполняет полупроводниковый диод $Д_1$.

Продетектированные колебания снимаются с переменного сопротивления R_5 и усиливаются предварительным каскадом усилителя НЧ, собранного на триодной части 6И1П.

Для обеспечения большего усиления по низкой частоте оконечный каскад выполнен на пентоде 6П14П.

Питание радиоприемника осуществляется от однополупериодного выпрямителя. Вместо полупроводниковых диодов ДГ-Ц21 можно использовать диоды ДГ-Ц23, ДГ-Ц24, ДГ-Ц27.

Конструкция. Приемник собран на алюминиевом шасси размерами 280×175×55 *мм*, толщина алюминия 2 *мм*.

Монтажная схема приведена на рис. 2.

На шасси (рис. 3) монтируются силовой трансформатор $Тр_2$, переменный конденсатор C_2, выходной трансформатор $Тр_1$ и дроссель НЧ $Др_1$.

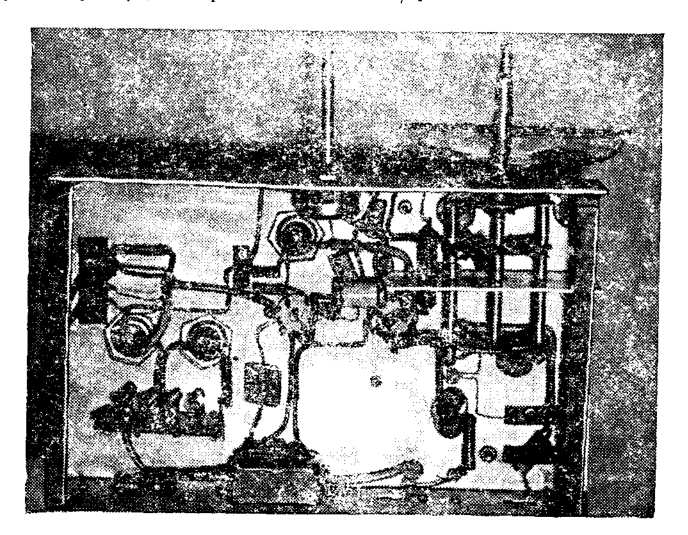


Рис. 2

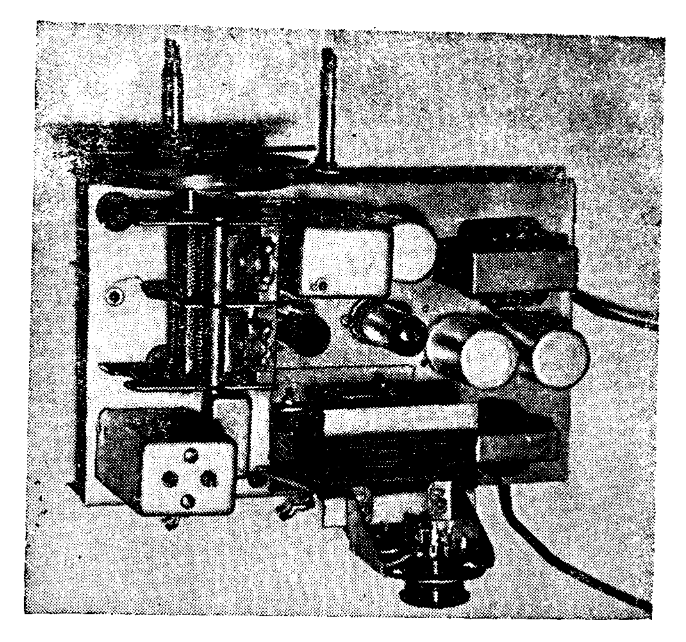


Рис. 3

Силовой трансформатор $Тр_2$ от радиоприемника «Октава», в котором произведена перестановка колодки переключения питания 110, 127, 220 *в*, благодаря чему трансформатор занимает меньше места.

Обмотки силового трансформатора содержат: I — (534 + 82) ×2 витка провода ПЭЛ 0,31; II — 1 230 витков провода ПЭЛ 0,2; III — 35 витков провода ПЭЛ 1,0.

Переменный конденсатор $С_2$ взят от радиоприемника «Балтика»; на его оси насажен шкив (диаметром 100 *мм*) со стрелкой. Конструкция верньерного устройства такая же, как у приемников «Рекорд» и «АРЗ»; используется тросик диаметром 0,6 *мм*.

Выходной трансформатор $Тр_1$ от радиолы «Октава». Его первичная обмотка содержит 2 650 витков провода ПЭЛ 0,12, вторичная — 44 витка провода ПЭЛ 0,8. Третья обмотка не используется.

В качестве дросселя НЧ $Др_1$ можно применить выходной трансформатор от радиоприемника «Рекорд» (вторичная обмотка при этом не используется).

Футляр изготовлен из сухой сосны и фанерован под красное дерево. На передней стенке из фанеры толщиной 10 *мм*, обтянутой тонкой декоративной тканью, крепятся громкоговоритель и шкала (рис. 4). Толщина боковых стенок 16 *мм*, верхней и нижней — 20 *мм*.

В нижней части ящика имеется окно (150×120 *мм*) для доступа к монтажу.

Общий вид приемника приведен на рис. 5.

Монтаж и налаживание. Сборку радиоприемника следует начинать с крепления крупных радиодеталей на шасси. После этого монтируются выпрямитель, предварительный усилитель НЧ и оконечный каскад. Это дает возможность наладить усилители НЧ до монтажа усилителя ВЧ и детектора.

При налаживании усилителя НЧ прежде всего проверяют режим работы каскадов. С помощью звукового генератора, осциллографа или прибора ИВ-4 проверяют частотную характеристику. При отсутствии указанных приборов налаживание можно произвести на слух, подключив проигрыватель.

Затем на вход усилителя ВЧ приемника через конденсатор 150 *пф* подключают генератор стандартных

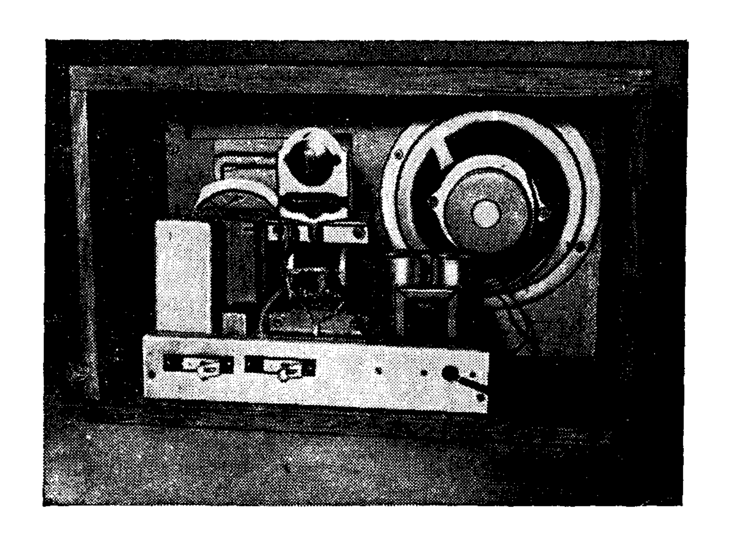


Рис. 4

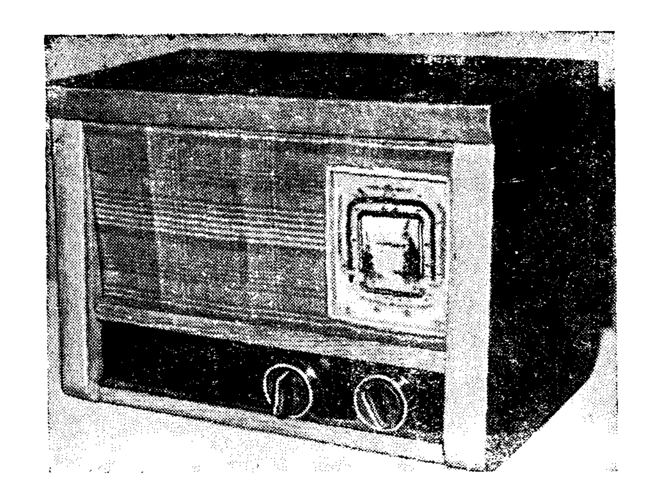


Рис. 5

сигналов. Входной контур при этом отключается, а вместо него подключается сопротивление утечки величиной 50 *ком*. Сначала настраивают средневолновой диапазон. В начале диапазона настройка ведется полупеременным конденсатором, а в конце — сердечником катушки. Когда анодный контур усилителя ВЧ настроен, сопротивление утечки (50 *ком*) отпаивается.

Такую настройку можно производить и с помощью вещательного (заведомо исправного) приемника. Настроив радиовещательный приемник на одну из радиостанций, в начале или около начала диапазона добиваются совпадения показаний на шкале конструируемого и эталонного приемников.

Далее производится настройка конца диапазона. Подключив ГСС-6 и антенну на вход приемника, добиваются наибольшей громкости изменением емкости подстроечного конденсатора, а в конце диапазона — сердечником катушки.

Такую настройку нужно повторять несколько раз, пока не будет получено хорошее сопряжение входного и анодного контуров.

Правильно собранный радиоприемник после несложной настройки начинает хорошо работать.

Измерение ламп производилось школьным авометром.

ИСПЫТАТЕЛИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТРИОДОВ

Лаборатория Центрального радиоклуба

С. Матлин

Перед установкой полупроводниковых триодов в конструкцию следует убедиться в их исправности. Наиболее просто это можно сделать путем определения величины обратного тока коллектора ($I_{ко}$) и коэффициента усиления по току для схемы с заземленным эмиттером (β).

Обратный ток коллектора $I_{ко}$ и коэффициент усиления по току β являются важными параметрами триода, позволяющими судить о стабильности его работы и его усилительных свойствах. Эти параметры не характеризуют частотных свойств триода, но, как показала практика, их вполне достаточно, чтобы судить о возможности использования данного триода в тех или иных узлах схемы. Что же касается граничной частоты (f_α), то о ней сравнительно точно можно судить по типу триода.

При включении триода по схеме с общей базой (основанием; рис. 1) обратным током $I_{ко}$ называется ток в цепи коллектора при нулевом токе эмиттера. В исправных маломощных триодах при нормальной комнатной температуре (20° С) и коллекторном напряжении 4—5 *в* величина $I_{ко}$ не должна превышать 10—15 *мка*. Она в значительной степени зависит от температуры и вносит элемент нестабильности в работу схемы. Поэтому чем этот ток меньше, тем лучше считается триод.

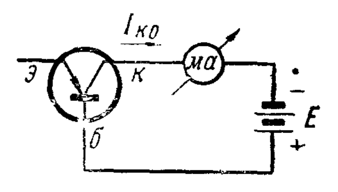


Рис. 1

В любительских условиях наиболее часто измеряется

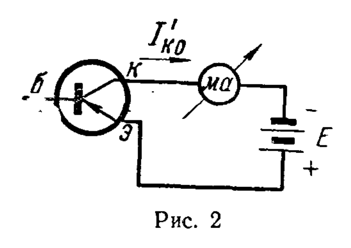


Рис. 2

начальный ток коллектора $I'_{ко}$. Этот ток протекает в цепи коллектора при нулевом токе базы (рис. 2). Как следует из схемы рис. 2, ток $I'_{ко}$ измеряется аналогично току $I_{ко}$, только положительный полюс батареи подключается не к базе, а к эмиттеру. Величина тока $I'_{ко}$ обычно больше тока $I_{ко}$. При использовании триодов в схеме с общим эмиттером значение этого тока не должно превышать 100—150 *мка.*

Как известно, усилительные свойства триодов определяются коэффициентом усиления по току. Этот коэффициент показывает, во сколько раз амплитуда тока усиливаемого сигнала в выходной цепи (коллекторный ток) больше амплитуды тока во входной цепи (при малых сигналах). Определение коэффициента усиления плоскостных триодов, которые нашли преимущественное распространение в любительских конструкциях, удобнее всего производить в схеме с общим эмиттером. В этом случае он обозначается буквой β.

Рассмотрим две практические конструкции сравнительно простых испытателей полупроводниковых триодов.

На рис. 3 приведена упрощенная схема прибора, который позволяет определять начальный ток коллектора $I'_{ко}$, обрывы или короткие замыкания в триоде, а также величину коэффициента усиления по току по специальной шкале, которой снабжено переменное сопротивление *R*.

Триод *T*, подлежащий испытанию, включается по схеме с общим эмиттером. В цепь коллектора включен магнитоэлектрический прибор *ма*. Когда выключателем $B_к$ цепь базы разорвана, в ней никакого тока не протекает. В этом случае миллиамперметр *ма* покажет ток $I'_{ко}$.

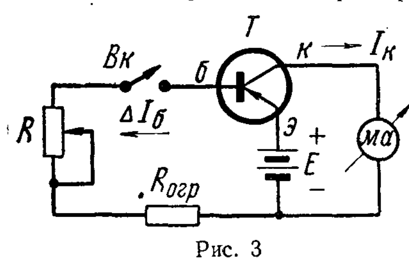


Рис. 3

Если выключатель *Вк* замкнуть, в цепи базы потечет ток $\Delta I_б$. Величина его при данном напряжении батареи *E* определяется сопротивлением *R* и $R_{огр}$ (входным сопротивлением триода можно пренебречь, поскольку оно гораздо меньше сопротивления *R*). Увеличение тока базы вызовет увеличение тока коллектора на величину $\Delta I_к$, зависящее от коэффициента усиления по току β.

Математически β можно определить по формуле:

$$\beta = \frac{\Delta I_к}{\Delta I_б}$$

или, учитывая, что

$$\Delta I_б = \frac{E}{R + R_{огр}},$$

получим:

$$\beta = \frac{\Delta I_к (R + R_{огр})}{E}.$$

Если при всех измерениях ток коллектора $\Delta I_к$ поддерживать постоянным (изменяя сопротивление *R*, т. е. ток базы $\Delta I_б$), шкалу переменного сопротивления *R* можно проградуировать непосредственно в единицах β. Например, принимая увеличение тока в цепи коллектора $\Delta I_к$ равным 0,0005 *а* (0,5 *ма*) и напряжение батареи равным 4 *в*, получим:

$$\beta = \frac{0{,}0005(R + R_{огр})}{4} = \frac{R + R_{огр}}{8000}.$$

Теперь, измеряя величину переменного сопротивления *R* при различных углах поворота его рукоятки, можно, пользуясь приведенной выше формулой, относительно просто произвести необходимую градуировку шкалы. Сопротивление $R_{огр}$ необходимо для того, чтобы ограничить величину тока эмиттера при малых значениях *R*.

Наличие обрыва в цепи отдельных электродов или короткого замыкания между ними легко определить по отсутствию тока в цепи коллектора при изменении сопротивления *R* или чрезмерно большом значении этого тока.

На рис. 4 приведена полная принципиальная схема испытателя триодов. Микроамперметр *Мка* чувствительностью 500 *мка* измеряет ток коллектора. При разомкнутых контактах *1—2* выключателя $B_к$ по шкале микроамперметра отсчитывается ток $I'_{ко}$.

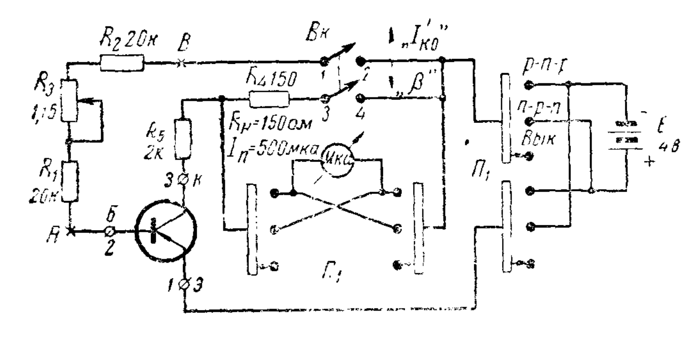


Рис. 4

Для того чтобы расширить пределы измерения миллиамперметра до 1 *ма* при установке необходимого приращения коллекторного тока $\Delta I_к = 0{,}5$ *ма*, в процессе измерения коэффициента усиления β контактами *3—4* выключателя *Вк* к микроамперметру подключается шунт R_4. Переключатель $П_1$ предназначен для осуществления необходимых переключений в схеме при испытании триодов типа *n-p-n*. С помощью этого переключателя изменяется полярность включения батареи *E*, микроамперметра *Мка* и выключается прибор.

При использовании испытателя триодов для измерения β величина приращения коллекторного тока $\Delta I_к$ принята равной 500 *мка*. Такое значение $\Delta I_к$ при изменении сопротивлений $R_3+R_1+R_2$ от 40 *ком* до 1,2 *Мом* и напряжении батареи $E=4$ *в* позволяет сравнительно точно измерять коэффициент усиления по току β в диапазоне от 5 до 150.

Сопротивление R_5 предохраняет микроамперметр *Мка* от повреждения в случае короткого замыкания в триоде. Сопротивления R_1 и R_2 ограничивают ток триода и предохраняют его от повреждения, когда переменное сопротивление R_3 выведено на минимум. Сопротивление R_3 снабжено шкалой, которая проградуирована в единицах β.

Общий вид прибора и расположение отдельных деталей приведены на рис. 5.

Прибор размещен в корпусе размером 175×100×60 *мм*, изготовленном из дюралюминия толщиной 2 *мм*. Все детали крепятся на верхней крышке прибо-

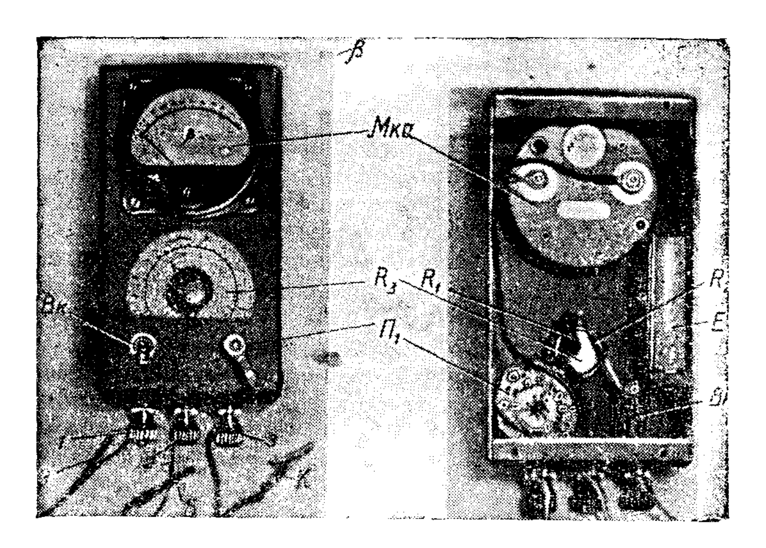


Рис. 5

ра. Переменное сопротивление R_3 включается таким образом, чтобы при вращении его оси по часовой стрелке величина сопротивления увеличивалась.

Шкала для отсчета величины β изготовляется из плотной белой бумаги и приклеивается клеем к лицевой панели прибора. На ось сопротивления R_3 надевается ручка с указателем.

Для присоединения испытываемого триода имеются зажимы *Э*, *Б*, *К* типа «крокодил», которые присоединяются к прибору с помощью клемм *1*, *2*, *3*.

Переключатель $П_1$ — галетного типа на три положения. Выключатель *Вк* имеет две группы переключающихся контактов.

Вместо него можно применить обычный телефонный ключ.

После того как конструкция смонтирована и монтаж проверен, необходимо произвести градуировку испытателя. Для этого переключатель $П_1$ и выключатель *Вк* устанавливаются в положение, указанное на рис. 4. К точкам *А* и *В* присоединяется обычный омметр. Регулируя сопротивление R_3 до тех пор, пока омметр не покажет 40 000 *ом*, делают на шкале отметку $\beta = 5$. Устанавливая затем по омметру значения сопротивле-

ния R_3, которые указаны в градуировочной таблице (см. таблицу), на шкале отмечают соответствующие величины β.

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА

Сопротивление между точками *А*, *В* (в омах)	β	Сопротивление между точками *А*, *В* (в омах)	β
40 000	5	160 000	20
48 000	6	240 000	30
56 000	7	320 000	40
64 000	8	400 000	50
72 000	9	600 000	75
80 000	10	800 000	100
120 000	15	1 000 000	125
		1 200 000	150

Закончив градуировку шкалы, переключатель $П_1$ устанавливают в положение *р-п-р* или *п-р-п* в зависимости от типа испытываемого триода. Выключатель *Вк* устанавливается в положение $I'_{ко}$, сопротивление R_3 — в среднее положение. Затем к прибору присоединяется триод, который подлежит проверке. В этом положении по шкале микроамперметра *Мка* отсчитывается величина начального тока коллектора $I'_{ко}$.

Если ток $I'_{ко}$ не превышает допустимой величины, переходят к определению коэффициента усиления β. При этом измерении выключатель *Вк* устанавливают в положение «β» и, вращая ручку сопротивления R_3, добиваются по микроамперметру увеличения тока коллектора на 0,5 *ма* ($I_к = I'_{ко} + 0{,}5$ *ма*).

Более точны и удобны в работе испытатели триодов, которые позволяют отсчитать значение непосредственно по шкале микроамперметра. Принципиальная схема такого прибора приведена на рис. 6. Как видно из схемы, ток базы испытываемого триода регулируется переменным сопротивлением R_3. Изменение тока в цепи базы на величину $\Delta I_б$ достигается включением (кнопкой *Кн*) дополнительного сопротивления R_1, благодаря которому ток базы увеличивается на 4 *мка*.

Выключатель $Вк_1$ имеет две пары контактов. Контакты *1—2* рвут цепь базы, а контакты *3—4* используются для подключения шунта R_6, благодаря которому

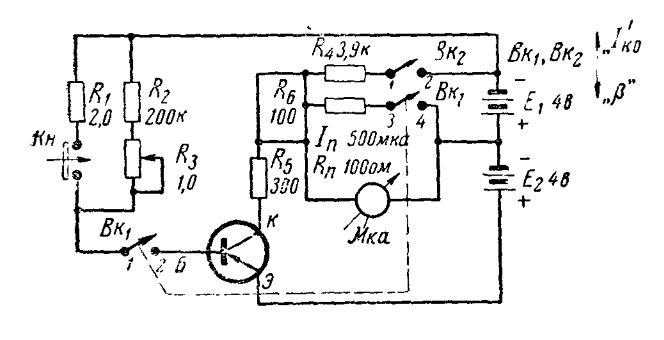


Рис. 6

шкала микроамперметра *Мка* расширяется с 500 *мка* до 1 *ма*.

Цепь, состоящая из батареи E_1, сопротивления R_4 и микроамперметра *Мка*, служит для компенсации тока коллектора, величина которого в данной схеме устанавливается равной 1 *ма*.

Приращение тока коллектора $I_к$ связано с приращением тока базы $\Delta I_б$ соотношением $\Delta I_к = \beta \Delta I_б$. Приращение тока базы $\Delta I_б$ в данной схеме величина постоянная (4 *мка*), и поэтому приращение тока коллектора $\Delta I_к$ зависит только от значения коэффициента усиления β.

Поскольку мы приняли наибольшее приращение тока коллектора — 1 *ма*, а $\Delta I_б$ всегда равно 4 *мка* ($4 \cdot 10^{-3}$ *ма*), то максимальная величина

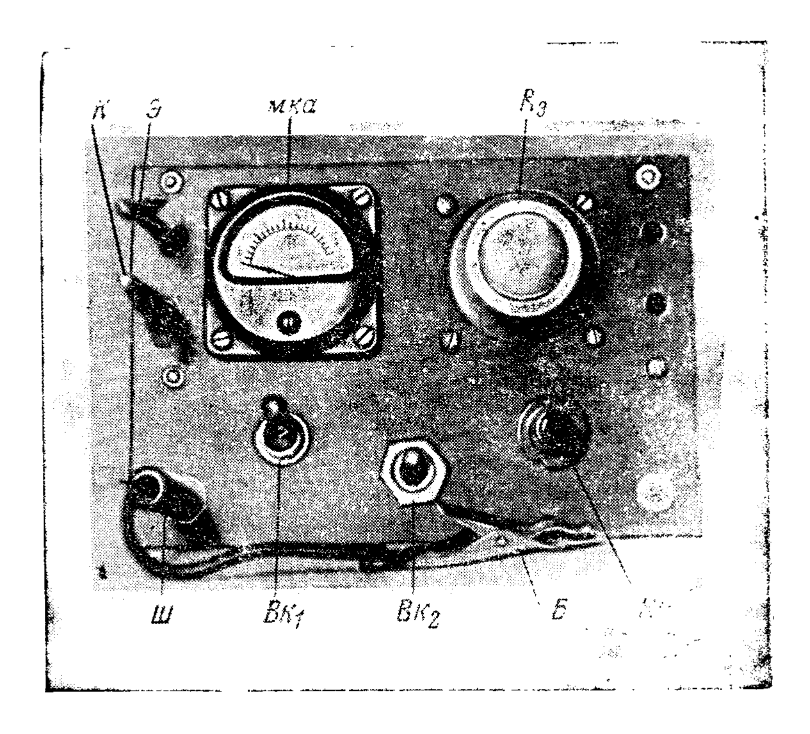
$$\beta = \frac{\Delta I_к}{\Delta I_б} = \frac{1}{4 \cdot 10^{-3}} = 250.$$

Для удобства отсчета желательно, чтобы шкала прибора имела 250 делений.

В описываемом испытателе шкала микроамперметра *Мка* имеет 500 делений, поэтому при отсчете величины β показания микроамперметра надо будет делить на два. Никаких дополнительных градуировок производить не следует.

Общий вид конструкции прибора со стороны передней панели и монтажа приведен на рис. 7.

Прибор монтируется на гетинаксовой панели размером 150×100×2,5 *мм*. С левой стороны панели в гнездах крепятся зажимы типа «крокодил» (*Э*, *К* и *Б*).



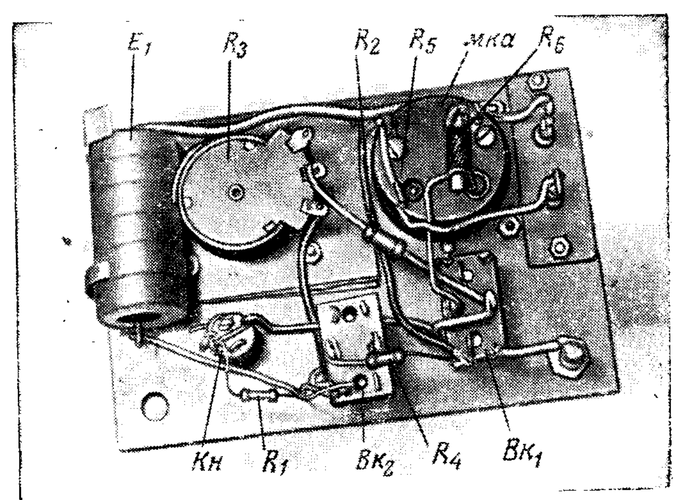


Рис. 7

Зажим для присоединения базы триода для удобства работы с прибором соединяется со схемой с помощью штеккера *Ш*.

В верхней части прибора расположены микроамперметр *Мка* и переменное сопротивление R_3. В нижней части располагаются выключатели $Вк_1$, $Вк_2$ и кнопка *Кн*. Следует отметить, что выключатели $Вк_1$, $Вк_2$ могут быть совмещены и управляться одной ручкой. Однако как показала практика работы с прибором, удобнее, чтобы эти выключатели были раздельными.

Питание испытателя осуществляется от батареи напряжением 8—9 *в*. В данном испытателе в качестве источника питания применена ртутная батарея напряжением 8 *в*, от середины которой сделан отвод.

После окончания монтажа проверяют правильность всех соединений и приступают к налаживанию испытателя. Для этого к схеме присоединяют источники питания, а выключатель $Вк_1$ устанавливают в положение «β». Далее выключателем $Вк_2$ замыкается цепь компенсации. Поскольку ток через микроамперметр *Мка* в этом случае будет протекать в обратном направлении, следует подходящие к нему концы переключить. Вращая ручку переменного сопротивления R_4, которое при налаживании прибора включается вместо указанного на схеме постоянного сопротивления, добиваются тока в цепи компенсации, равного 1 *ма*. Затем это сопротивление измеряется и заменяется постоянным точно такой же величины. Закончив эту операцию, концы у микроамперметра переключают в первоначальное положение, а выключатели $Вк_1$ и $Вк_2$ устанавливают в положение «$I'_{ко}$».

Наиболее ответственной операцией при налаживании является подбор необходимого значения величины сопротивления R_1, которое в основном определяет точность прибора. При наличии гальванометра чувствительностью в 50—100 *мка* последний соединяется последовательно с сопротивлением R_1 и источником питания E_1—E_2. Номинальное значение сопротивления R_1 должно быть равно 2 *Мом*. Поскольку эти сопротивления имеют большие отклонения от номинала, надо из группы подобных сопротивлений подобрать такое, которое вызывает в цепи ток, равный 4 *мка*. Подобрать сопротивление, равное 2 *Мом*, используя тестер ТТ-1,

трудно, так как в этой точке шкалы он дает большие погрешности при измерении.

На этом налаживание прибора заканчивается.

При работе с испытателем для определения начального тока коллектора $I'_{ко}$ триод с помощью зажимов включается в схему и по шкале микроамперметра *Мка* отсчитывается интересующая нас величина.

Измерение коэффициента усиления по току производится следующим образом: замкнув выключатель $Вк_1$ переменным сопротивлением R_3, устанавливают ток базы такой величины, при котором ток коллектора станет равным 1 *ма* (стрелка микроамперметра отклонится до конца шкалы). Этим устанавливается рабочая точка триода, которая в данном приборе определяется напряжением на коллекторе 4 *в* и током коллектора 1 *ма*. Для установки стрелки прибора на ноль выключателем $Вк_2$ включают цепь компенсации. Затем нажимают кнопку *Кн*, тем самым увеличивая ток базы на 4 *мка*. Приращение тока базы $\Delta I_б$ вызовет приращение тока коллектора, о чем можно судить по отклонению стрелки микроамперметра.

Как было указано выше, это отклонение прибора прямо пропорционально значению β испытываемого триода, которое может быть отсчитано непосредственно по шкале миллиамперметра, если учесть, что вся шкала соответствует $\beta = 250$.

По окончании работы с прибором испытываемый триод из схемы следует выключать, а переключатель $Вк_2$ обязательно устанавливать в положение $I'_{ко}$, так как в противном случае батарея E_1 будет разряжаться.

Если при эксплуатации прибора, при включении цепи компенсации стрелка микроамперметра *Мка* на нуль устанавливаться не будет, надо проверить напряжение источников питания.

Испытатель предназначен для испытания маломощных триодов типа *p-n-p*. В случае необходимости использовать прибор также для проверки триодов типа *n-p-n* в нем следует предусмотреть переключатель полярности батареи и микроамперметра *Мка*.

Как показала практика работы с подобными испытателями, для радиолюбителей, занимающихся конструированием радиоаппаратуры на полупроводниках, они являются незаменимыми приборами.

ГРУППОВЫЕ ИЗЛУЧАТЕЛИ ДЛЯ ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

А. Дольник

Почти вся современная массовая звуковоспроизводящая аппаратура, начиная от приемников второго класса, имеет по меньшей мере два громкоговорителя. Только в малогабаритной аппаратуре и на трансляционных сетях по конструктивным и экономическим соображениям применяются одиночные громкоговорители. Внедрение в практику групповых излучателей в виде нескольких специально подобранных громкоговорителей значительно повысило качество звуковоспроизведения, не вызывая больших усложнений конструкции и ее удорожания.

Технические обоснования эффективности применения различных групп громкоговорителей и некоторые расчетные материалы применительно к приемникам, радиолам и другим устройствам, разрабатываемым промышленностью и радиолюбителями для индивидуального использования, приводились в статье автора, опубликованной в 5-м выпуске сборника «В помощь радиолюбителю» (Изд. ДОСААФ, Москва, 1958). Практика последних лет целиком подтвердила техническую и экономическую целесообразность применения групповых излучателей, которые получили дальнейшее развитие в виде отдельных звуковоспроизводящих систем, широко используемых для озвучания больших и малых помещений, открытых мест и т. п. при значительном повышении качества звучания. Весьма перспективны такие излучатели для работы от бестрансформаторных усилителей НЧ и в стереофонических системах.

Весьма положительным фактором при разработке групповых излучателей является возможность использования в качестве головок типовых унифицированных электродинамических громкоговорителей с круглыми и овальными диффузорами. Массовый выпуск таких громкоговорителей определяется простотой их конструкции и сравнительно невысокой ценой. Оформление всего излучателя доступно для самостоятельного кустарного изготовления.

Ниже описываются несколько конструкций групповых излучателей, в том числе звуковые колонки и радиальные излучатели, разработанные нашей промышленностью в большом ассортименте для применения в различных системах звукофикации.

Групповой излучатель с однотипными головками. Расположение близко друг от друга на одном щите (акустическом экране) или на фронтальной стороне ящика нескольких громкоговорителей (головок) значительно улучшает параметры такой группы громкоговорителей по сравнению с одиночным. На рис. 1 приведена конструкция мощного группового излучателя, содержащего 32 головки типа 2ГД-3 или аналогичных по размеру (диаметр диффузора 150 *мм*) и параметрам. Ящик, в котором смонтированы головки, выполнен из

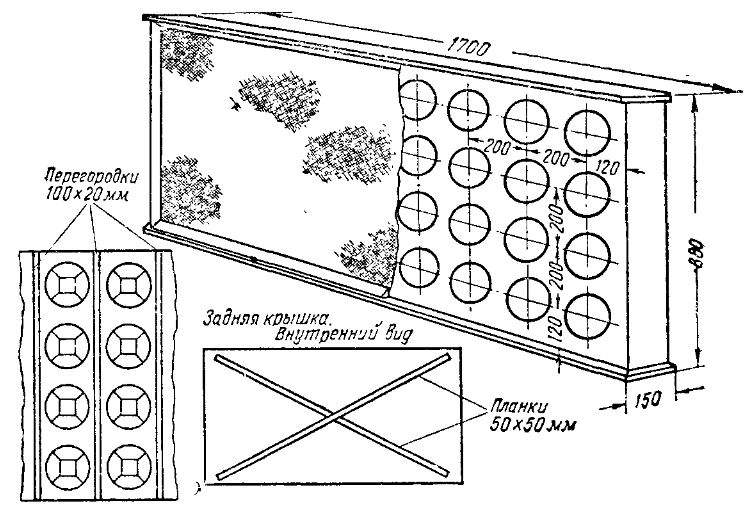


Рис. 1

фанеры толщиной 15—20 *мм*; между рядами головок по ширине фронтальной доски изнутри укрепляются фанерные перегородки шириной 100 *мм* и толщиной 20 *мм*, которые, помимо создания соответствующих акустических условий, придают фронтальной доске большую жесткость. На торцовые поверхности перегородок по всей внутренней площади ящика укладывается звукопоглощающий материал (обычная, минеральная или стеклянная вата, войлок, слои мешковины и т. п.), который прижимается плотно привинчиваемой задней крышкой, имеющей укрепленные по диагонали планки сечением 50×50 *мм*. С лицевой стороны фронтальная доска покрывается декоративной тканью, укрепляемой по краям трехгранными рейками. Такая конструкция может подвешиваться на стену или устанавливаться на пол. В последнем случае под ящик полезно подложить резиновые подкладки толщиной 25—30 *мм*. Все звуковые катушки должны быть сфазированы и электрически соединены последовательно (для работы с бестрансформаторным усилителем НЧ) или комбинированно, например параллельно 4 группы по восьми головок, соединенных внутри группы последовательно, при этом общее сопротивление излучателя R может быть рассчитано по следующей формуле:

$$R = \frac{r_{гол} n}{N} \text{ (ом)},$$

где $r_{гол}$ — полное сопротивление звуковой катушки одной головки;

n — число последовательно соединенных головок в группе;

N — число групп, соединенных параллельно.

Такой групповой излучатель обладает равномерной частотной характеристикой, широким диапазоном и незначительными нелинейными искажениями при раскачке мощностью до 20 *вт*. На рис. 2 показано изменение его частотных характеристик в зависимости от числа примененных головок (числа на падающих участках характеристики). Как видно из рисунка, подъем на частоте 30 *гц* достигает 10 *дб* при увеличении числа головок с двух до 16 и 12 *дб*, когда установлены 32 головки. Отсутствие на приведенной характеристике обычных пиков и провалов объясняется не только большим числом головок, частотные характеристики кото-

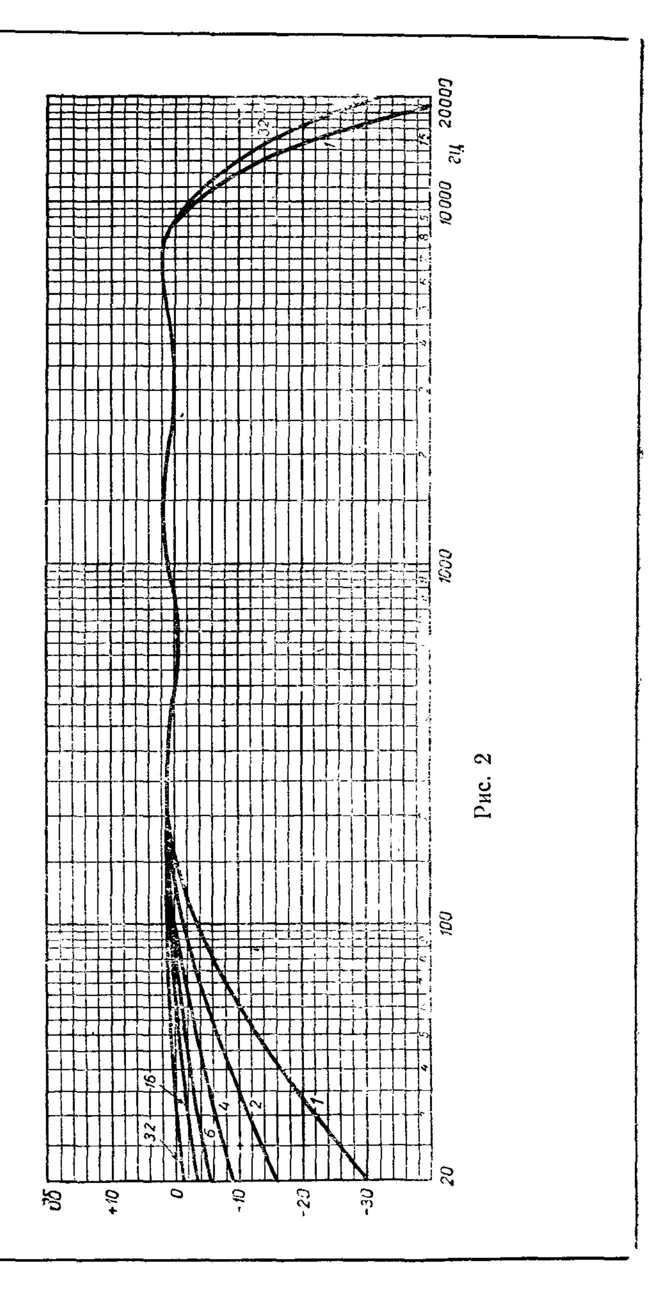


Рис. 2

рых взаимно компенсируются и усредняются. Немалую роль здесь играет демпфирование подвижных систем головок внутренним объемом воздуха и внесением звукопоглощающих материалов. Последнее к тому же уменьшает искажения, связанные с переходными и нестационарными процессами.

Стоимость описанного группового излучателя достаточно высока и изготовление его под силу лишь клубам и другим организациям. Для индивидуального применения можно взять меньшее число головок; так, излучатель с шестнадцатью и даже восемью головками уже обеспечит улучшение звучания. Можно рекомендовать применение восемнадцати головок типа 2ГД-3, расположив их в три ряда по 6 штук, при этом длина ящика уменьшится до 1 250 *мм*, а высота до 650 *мм*. Возможно дальнейшее уменьшение габаритов излучателя при применении головок меньшего размера и меньшей мощности. Если, например, смонтировать 18 одноваттных головок (6×3) типа 1ГД-6 или 1ГД-14 (диаметр диффузора 120 *мм*), то фронтальная доска ящика будет иметь размеры 1 000×590 *мм*. То же количество и аналогичное расположение полуваттных головок (диаметр диффузора 100 *мм*) позволит уменьшить фронтальную доску до 810×420 *мм*. Глубину ящика пропорционально уменьшать не следует, лучше ее оставить неизменной (150 *мм*) или во всяком случае не меньше 120 *мм* (при самых маленьких головках). Конечно, при меньших головках подаваемая звуковая мощность должна быть уменьшена и не превышать 60—70% суммарной номинальной мощности всех головок.

Приведенные выше размеры даны ориентировочно. При разметке отверстий для головок следует придерживаться расстояния между краями отверстий, а также между краем отверстия и краем доски, равного 1/3 максимального диаметра головки.

Уменьшение количества головок и их номинальной мощности, снижая габариты излучателя, конечно, несколько ухудшит воспроизведение низких частот, однако параметры групповых излучателей и качество звучания будут достаточно высокими.

Более простой ящик на 8 головок типа 1ГД-9 был предложен радиолюбителями В. Саяпиным и А. Тощевым («Радио» № 11, 1958, стр. 45—46) специально

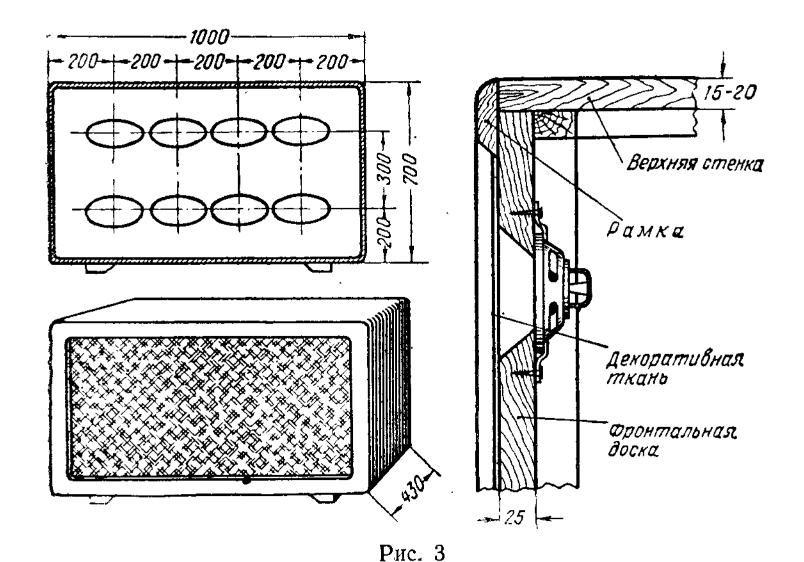
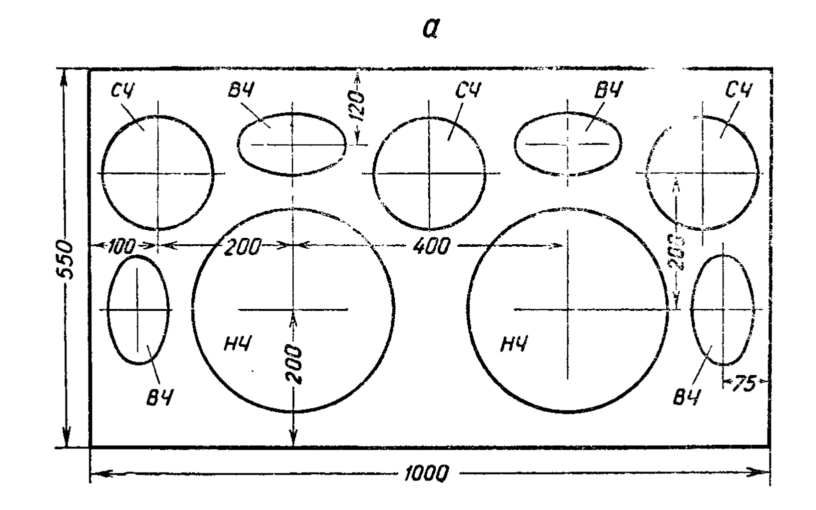


Рис. 3

для работы с усилителем без выходного трансформатора (все головки соединены последовательно). Конструкция ящика приводится на рис. 3. Фронтальная доска ящика сделана из фанеры толщиной 25 *мм*, остальные стенки толщиной 15—20 *мм*. Ящик обычного типа с открытой обратной стороной, а потому демпфирование здесь отсутствует, но остальные факторы, улучшающие отдачу и частотную характеристику излучателя, действуют в полной мере. Вместо овальных громкоговорителей 1ГД-9 могут быть поставлены и любые круглые головки подходящего габарита и мощности (например, 2ГД-3 или 1ГД-6).

Групповой излучатель с разными головками. В настоящее время групповые излучатели получили наибольшее распространение, так как акустические системы всех приемников и радиол первого и высшего классов выполняются по этому принципу. Основная цель, которая преследуется в этих системах, заключается в обеспечении объемности звучания, для чего головки, воспроизводящие средние и высшие частоты, устанавливаются на боковых стенках. Однако такое расположение головок необязательно, если фронтальная доска будет достаточно большой.



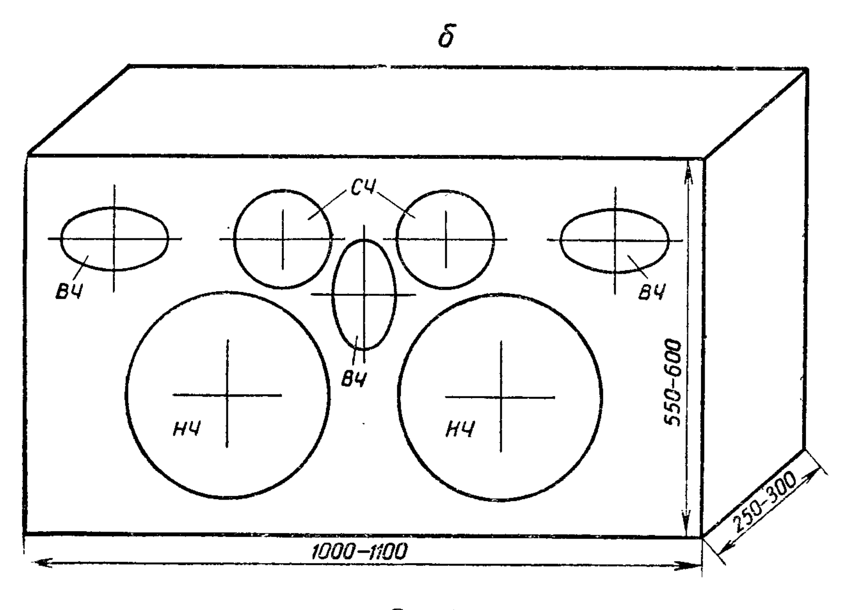


Рис. 4

На рис. 4 даны два варианта размещения семи или девяти головок в ящике с открытой задней стенкой объемом 0,15—0,2 $м^3$. Здесь в качестве НЧ головок можно применить громкоговорители мощностью от 10 до 5 *ва* (10ГД-17 или 5ГД-10). На место СЧ головок лучше всего поставить 2ГД-3, но подойдут также 1ГД-6 или 1ГД-11. ВЧ головками с успехом могут служить громкоговорители 1ГД-9, ВГД-1 (лучше ВГД-2), а также любые другие с соответствующей частотной характеристикой. Размеры вырезов для головок на рис. 4 не показаны, так как они должны определяться в каждом отдельном случае в зависимости от применяемых головок. Это относится и к внешним размерам, однако следует помнить, что уменьшение габаритов приведет к ухудшению воспроизведения низших частот. Такие групповые излучатели особенно пригодны для жилых помещений с небольшой площадью (12—20 $м^2$), в которых к тому же много мягкой мебели, штор, ковров, книг и т. п. бытовых предметов. Излучатели не рекомендуется ставить вплотную к стене, так как следует обеспечить свободное распространение колебаний с задней стороны. Они могут с успехом подвешиваться в угол. Такие конструкции можно использовать при стереофоническом воспроизведении.

Звуковые колонки. Типовые диффузорные громкоговорители нашли применение и в мощных излучателях, предназначенных для озвучания больших помещений и открытых площадей. Уже разработаны и начинают широко применяться групповые излучатели, состоящие из четырех, восьми и более головок, располагаемых вертикально в один, два или три ряда. Из-за такого расположения головок они и получили свое название.

В групповом излучателе сочетаются достаточно высокие акустические качества с возможностью получения нужных характеристик направленности как в горизонтальной, так и вертикальной плоскостях.

В настоящее время разработано несколько типов звуковых колонок на мощности 8, 10, 25 и 50 *ва* в деревянном и металлическом оформлении. Первые предназначаются для озвучания закрытых помещений, вторые — для озвучания открытых пространств; в последнем случае поверх колонки надевается брезентовый чехол.

Условное обозначение типа (например, 25КЗ-2) состоит из числа, обозначающего номинальную мощность, двух начальных букв наименования (КЗ — колонка звуковая) и цифры, указывающей вид оформления (металлическое — 1, деревянное — 2). В зависимости от мощности колонки комплектуются головками типа 2ГД-3, 4ГД-1 или 10ГД-20 и согласующим трансформатором, позволяющим осуществлять питание от трансляционных сетей с напряжением 30, 120 или 240 *в* и, кроме того, при необходимости снижать потребляемую мощность в два или четыре раза (ступень — 3 *дб*). Соответствующий подбор головок по мощности обеспечивает достаточно низкий коэффициент нелинейных искажений, который для всех типов звуковых колонок при номинальной мощности не превышает 7% на частотах до 200 *гц*, 5% — от 200 до 400 *гц* и 3% — свыше 400 *гц*. Основные параметры звуковых колонок, их комплектация и некоторые конструктивные данные приведены ниже в таблице.

Наиболее простые звуковые колонки 8КЗ-1 и 8КЗ-2 имеют по четыре головки типа 2ГД-3, устанавливаемые в один ряд на фронтальной доске совершенно закрытого ящика, габариты которого следует брать такими, чтобы в нем лишь свободно разместились головки. Расположение головок в таком ящике показано на рис. 5, а примерные характеристики направленности в вертикальной и горизонтальной плоскостях приведены соответственно на рис. 6,*а*, *б*.

Рис. 5

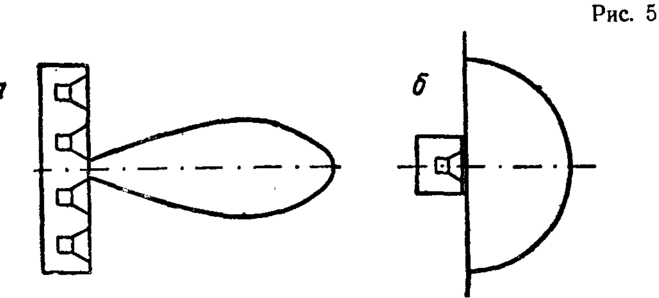


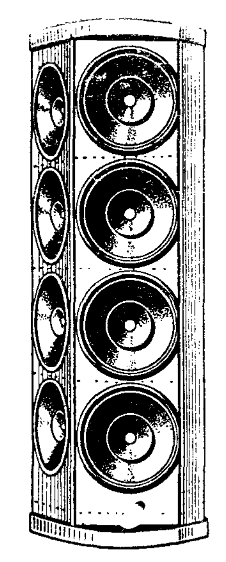
Рис. 6

Таблица

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ЗВУКОВЫХ КОЛОНОК И РАДИАЛЬНЫХ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ

Тип громкоговорителя	Головки: тип	Головки: количество	Номинальная мощность, *ва*	Диапазон частот, *гц*	Неравномерность частотной характеристики, *дб*	Среднее звуковое давление на расстоянии 1 *м* при номинальной мощности, *дин/см²*	Перепад «фронт-тыл», *дб*	Полное сопротивление (*ом*) на частоте 1000 *гц* при напряжении, *в*: 30	120	240	Габариты громкоговорителя, *мм*: ширина	глубина	высота	Вес (без крепления), *кг*
8К3-1 8К3-2	2ГД-3	4	8	180-6000	15	27	8	112	1800	—	185 200	110 130	830 780	6,5 6,0
10К3-1 10К3-2	2ГД-3	8	10	120-8000	15	25	10	90	1440	5760	300 365	220 255	750 775	15 10
25К3-1 25К3-2	4ГД-1	8	25	100-8000	15	40	10	36	576	2300	360 415	310 325	870 860	19 20
50К3-1 50К3-2	10ГД-20	6	50	100-8000	15	56	10	18	288	1150	525 580	350 385	1160	40
20К3Н-1 40К3Н-1	2ГД-3 5ГД-14	12 9	20 40	140-6000 100-8000	15 15	2,2[1] 2,5[1]	— —	45 22,5	— —	— —	265 330	230 280	800 920	15 20
10ГДН-1	4ГД-1	4	10	80-8000	15	22	—	90	1440	5760	⌀ 620	—	520	12
25ГДН-1	10ГД-20	4	25	80-8000	15	40	—	36	576	2300	⌀ 740	—	677	24
ДГР-25	НЧ ВЧ	1 3	25	150-5000	20	38	—	—	576	2300	⌀ 850	—	700	50

[1] Дано среднее стандартное звуковое давление, измеряемое при 0,1 *ва* на расстоянии 1 *м*.


Рис. 7

В звуковых колонках мощностью 10, 25 и 50 *ва* головки располагаются в два ряда на угловом щите с расхождением рабочих осей на 120° (рис. 7). Щит с головками также устанавливается в закрытый со всех сторон ящик. Такое расположение позволяет иметь не очень широкую характеристику направленности в горизонтальной плоскости (рис. 8 — сплошная линия), что бывает необходимо при озвучании аудиторий, в которых слушатели располагаются в сравнительно узком пространстве. Характеристика направленности в вертикальной плоскости (рис. 8 — пунктир) должна быть достаточно узкой, чтобы зря не рассеивать звуковую энергию. Для наиболее эффективного озвучания пространства необходимо обеспечить уменьшение чувствительности по вертикали примерно на 6 *дб* в пределах углов не менее 10° и не более 45°. Характеристики направленности, изображенные на рис. 8, измерялись на шумах, имеющих частотный спектр в диапазоне 200—2 000 *гц*.

При озвучании открытых пространств конструкция звуковых колонок предусматривает возможность крепить их на нижнюю опору (кронштейн или мачту) с наклоном в пределах ±30°, а в закрытых помещениях

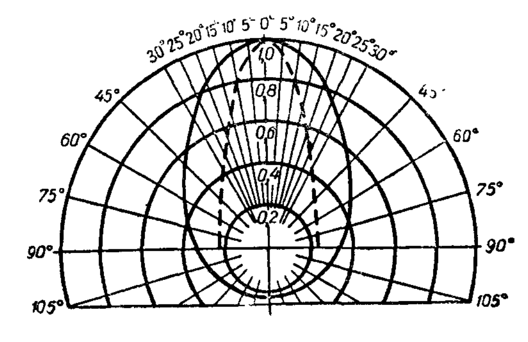


Рис. 8

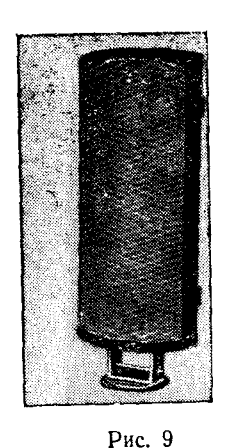


Рис. 9

подвешивать на стену или к потолку. Внешний вид звуковой колонки типа 10КЗ-1 показан на рис. 9; другие типы этой серии почти аналогичны.

Особенностью описываемых звуковых колонок является достаточно эффективное излучение низших частот и пониженное излучение с обратной стороны. Последнее обусловливается применением закрытого ящика. Перепад уровней громкости по «фронту» и «тылу» у всех вышеперечисленных типов колонок не менее 8—10 *дб*, что весьма благоприятно для многих случаев звукофикации, например когда нужно озвучить арену, не озвучая мест слушателей, и наоборот. Кроме того, описываемая система при местном звукоусилении хорошо предохраняет от акустической обратной связи, конечно, в случае установки микрофонов в области тылового излучения.

Кроме описанных звуковых колонок, обладающих направленностью излучения, разработаны ненаправленные колонки мощностью 20 и 40 *ва* (20КЗН-1 и 40КЗН-1), предназначенные в основном для озвучания открытых пространств. Головки в этих колонках расположены внутри шестигранной призмы в три ряда таким образом, что угол между их осями составляет 120° (рис. 10). Звуковые колонки 20КЗ-1 имеют 12 головок типа 2ГД-3, а колонки 40КЗН-1 — девять головок типа 5ГД-14. Обе разновидности колонок имеют металлическое оформление и могут быть установлены на трубу-мачту высотой 1,5—1,8 *м*. Внешний вид этих колонок показан на рис. 11, а их основные параметры и конструктивные данные приведены в таблице.

Другой вариант ненаправленных звуковых колонок (фирмы «Телефункен» в ФРГ и RFT в ГДР) имеет открытое с обеих сторон оформление, в котором помещаются головки, расположенные в один ряд; рабочая ось каждой головки отклонена от нормальной оси колонки вправо или влево с таким расчетом, что угол между осями соседних головок составляет 30° (рис. 12). Подобное расположение преследует ту же цель, что и размещение головок по окружности под углом 120°. Такая

Рис. 10

Рис. 11

Рис. 12

Рис. 13

звуковая колонка номинальной мощностью 25 *ва* (тип 2053РВ) содержит 6 громкоговорителей мощностью 4 *ва* каждый и согласующий трансформатор для подключения к сети с напряжением 100 *в* ($Z_{вх} = 400$ *ом*). Ее электроакустические параметры весьма близки к параметрам колонки типа 20КЗН-1; она также имеет металлическое оформление, но большие габариты из-за расположения головок в один ряд. Внешний вид уличной звуковой колонки фирмы «Телефункен» показан на рис. 13.

Звуковые колонки весьма перспективны для широкого распространения. Простота конструкции и применение унифицированных типов громкоговорителей (головок) делают их весьма доступными для самодельного изготовления.

Радиальные громкоговорители. Для озвучивания открытых мест или очень больших помещений, где не требуется местного звукоусиления, а слушатели занимают широкое пространство (например, спортзалы, стадионы) или все время передвигаются (аллеи парка, открытые выставки, ярмарки и т. п.), получили распространение ненаправленные громкоговорители, конструкция которых предусматривает круговое рассеяние звука. Такие излучатели с отдельными головками, установленными по окружности, получили название радиальных громкоговорителей. В них головками служат те же обычные диффузорные громкоговорители. Примером такой конструкции является мощный громкоговоритель типа ДГР-25 (рис. 14), устанавливаемый высоко на мачте или на кронштейне. Он представляет собой двухполосную систему и состоит из одного горизонтально расположенного низкочастотного громкоговорителя *1*, снабженного направляющим рупором *2* с

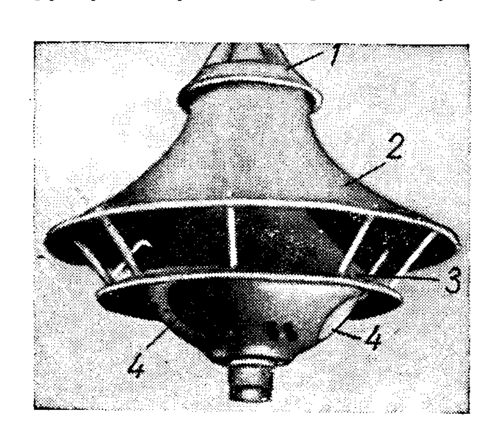


Рис. 14

рассеивателем 3, обеспечивающим нужное распределение звука в горизонтальной плоскости (ненаправленное излучение). Воспроизведение верхних частот осуществляется тремя головками *4*, расположенными в нижней части и под углом 120° друг к другу. Такое расположение позволяет получить равномерное распределение звука и в области верхних частот. Высокочастотные головки соединяются последовательно и подключаются к согласующему трансформатору через конденсатор. Громкоговоритель ДГР-25 рассчитан на подключение к трансляционной сети с напряжением 120 или 240 *в*.

Разработаны и серийно выпускаются более простые радиальные громкоговорители мощностью 10 *ва* (10ГДН-1) и 25 *ва* (25ГДН-1), обладающие достаточно высокими параметрами и работающие с диффузорными унифицированными головками.

Конструкция обоих громкоговорителей совершенно одинакова и отличается только габаритами, весом и типами головок. Они могут быть установлены на мачте или кронштейне, а также подвешены к балке или потолку.

Громкоговоритель 10ГДН-1 (рис. 15) содержит 4 головки типа 4ГД-1, имеющие диффузор диаметром 200 *мм*, а 25ГДН-1 такое же количество головок типа 10ГД-20 с диффузором диаметром 250 *мм*. Головки ус-

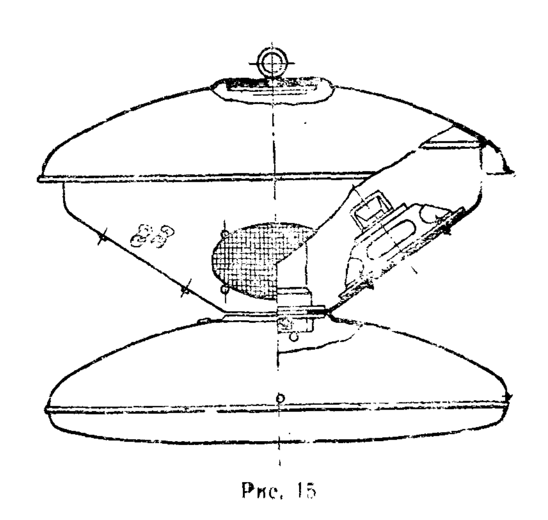


Рис. 15

тановлены в общем кожухе и располагаются симметрично по окружности с наклоном в 35°. Для достижения наиболее равномерного распределения звуковой энергии по озвучиваемой площади под кожухом имеется специальный рассеиватель-дефлектор (тело, использующее эффект дифракции звуковых волн). С этой же целью две диаметрально противоположные головки подключаются к двум другим головкам через конденсатор. Этими мерами достигается относительно небольшое изменение звукового давления в плоскости, перпендикулярной оси громкоговорителя. В пределах угла до 70° звуковое давление меняется не более чем на 7 *дб*.

Как и звуковые колонки, радиальные громкоговорители имеют согласующий трансформатор, необходимый для подключения к трансляционной сети со стандартным напряжением (30, 120 или 240 *в*) и дающий возможность снижать потребляемую мощность в два или четыре раза. Основные параметры и некоторые конструктивные данные радиальных громкоговорителей приведены в таблице.

САМОДЕЛЬНЫЙ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ НА БАЗЕ КАПСЮЛЯ ДЭМШ-1

А. Зеличенко

Лаборатория Центрального радиоклуба

Портативные приемники на транзисторах привлекают все большее внимание радиолюбителей, однако в то время, как все детали, включая и транзисторы, нужные для такого приемника, можно приобрести в магазинах, готового громкоговорителя в продаже нет и его приходится заменять телефонными наушниками, наушником от аппарата для тугоухих, капсюлем ДЭМ-4 и т. п.

Большое распространение среди радиолюбителей получил капсюль ДЭМШ-1. На рис. 1 он показан в разрезе, а на рис. 2 — в разобранном виде вместе с кондуктором для пробивания отверстий в мембране.

ДЭМШ-1 — это дифференциальная система, состоящая из двух кольцевых керамических магнитов *а* с пермаллоевыми полюсными наконечниками, двух пермаллоевых колец *в* толщиной 0,2 *мм*, пермендюровой мембраны *г* толщиной 0,1 *мм*, двух катушек бескаркасной намотки *д* (по 500 витков провода ПЭЛ 0,06) и латунной обоймы *е*.

Толщина колец *в* определяет величину магнитных зазоров между мембраной и полюсами магнитной системы.

ДЭМШ-1 обладает высокой чувствительностью, а сопротивление катушек капсюля равно 150 *ом*, что дает возможность включать его в схему без выходного трансформатора. Однако площадь его мембраны мала, поэтому для обеспечения достаточной громкости звучания к капсюлю необходимо приспособить диффузор.

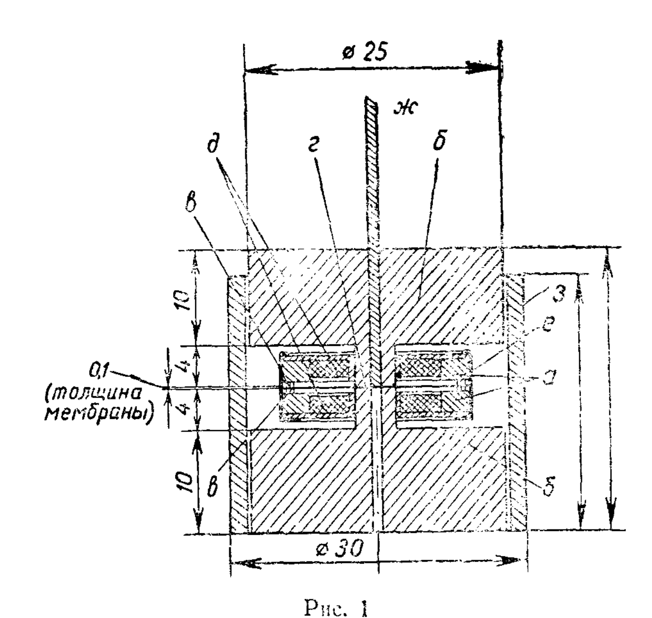


Рис. 1

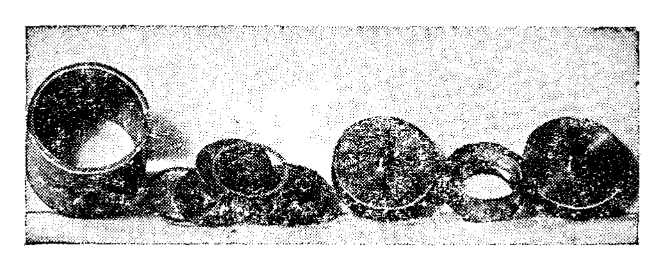


Рис. 2

Ниже приводится описание способа изготовления громкоговорителя из капсюля ДЭМШ-1.

Прежде чем приступить к изготовлению громкоговорителя, надо сделать два вспомогательных устройства: пресс-форму для диффузора и кондуктор для пробивания отверстия в мембране.

Пресс-форма состоит из стальной точеной оправки *а* (рис. 3) и свинцовой контрформы *б*.

Форму помещают в стальной стакан (рис. 4), нагревают до 250—300° Ц и заливают расплавленным свинцом. Предварительное нагревание формы необхо-

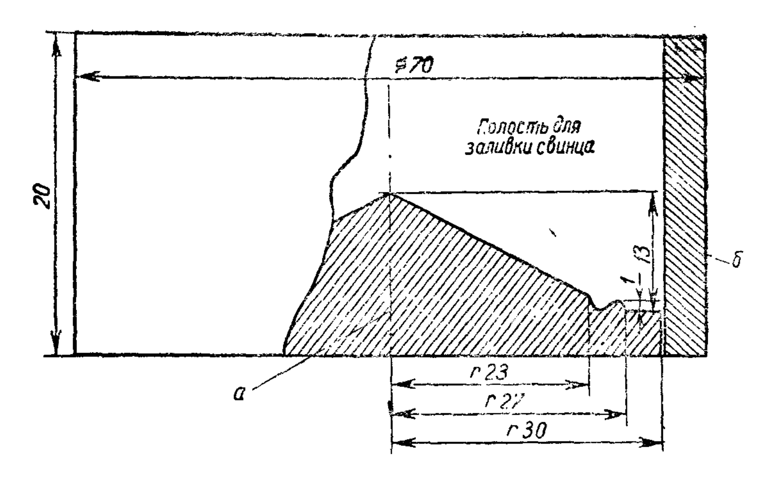


Рис. 3

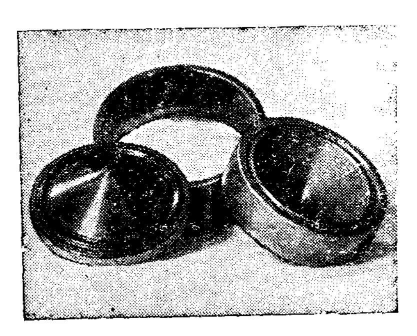


Рис. 4

димо для того, чтобы избежать образования раковин в отливке. Если по остывании отливка не выходит из формы, то ее отделяют, слегка постукивая молотком по стакану.

Кондуктор (см. рис. 1,*б*) вытачивается из латуни и состоит из трех деталей — двух одинаковых дисков с выступом и отверстием в центре и направляющего кольца.

Чтобы пробить в мембране отверстие, капсюль надо поместить в кондуктор (как указано на рис. 1), в отверстие кондуктора вставить стальной стержень *ж* (хвостик от сверла, которым просверливалось отверстие в кондукторе), торец которого должен быть заточен так,

чтобы он был плоским, а края острыми, верхний диск кондуктора слегка прижать и не сильно, но резко ударить молотком по стержню, после чего удалить верхний диск, вынуть капсюль и, слегка поворачивая стержень, извлечь его из отверстия в мембране.

Если выбитый из мембраны кусочек не отделился, его аккуратно удаляют пинцетом. В отверстие, проделанное в мембране, вклеивается деревянная шпилька (рис. 5). Хорошо, если она будет из бамбука.

Отверстие в мембране необходимо для более надежного соединения шпильки с мембраной. Сверлить мембрану не рекомендуется, так как во время сверления на мембрану оказывается более длительный нажим и, что самое опасное, образуются мелкие стружки, которые втягиваются в магнитный зазор, а для их удаления может понадобиться разборка капсюля. После установки шпильки клею надо дать высохнуть.

Все работы с капсюлем следует производить осторожно, так как мембрана его очень тонкая, а зазоры

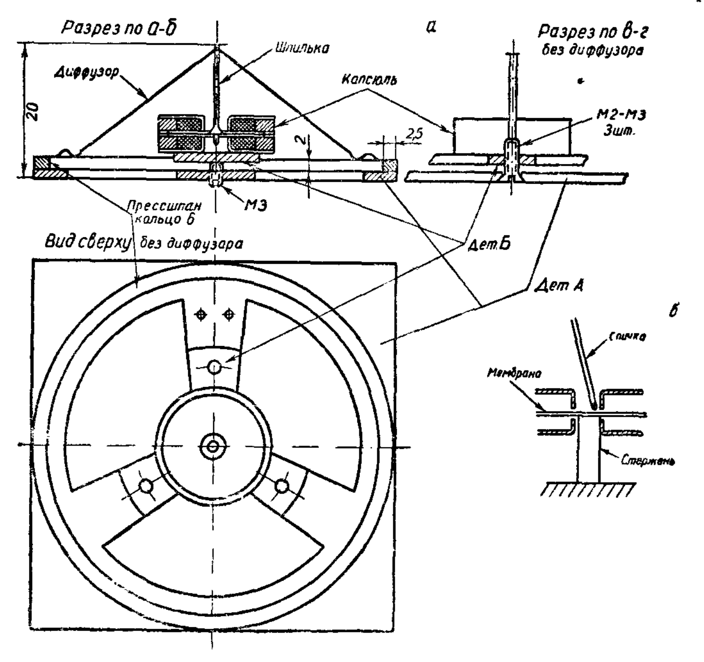


Рис. 5

между мембраной и полюсами малы. Погнутая мембрана или попавший в зазор клей могут вывести капсюль из строя.

Основание *А* и деталь *Б* изготавливаются из гетинакса толщиной 1,5—2,0 *мм*, кольцо *б* — из прессшпана или картона толщиной 2 *мм* (рис. 5 и 6). Способ изготовления этих деталей не требует пояснения.

Диффузор может быть изготовлен из фильтровальной бумаги или ткани (батист, шелк). Чтобы бумажный диффузор получился без складок, вырезанную заготовку следует наложить центром на вершину оправки *а* (см. рис. 3) и обильно смочить водой (от середины к краям). Смоченная заготовка расправляется на оправке и высушивается.

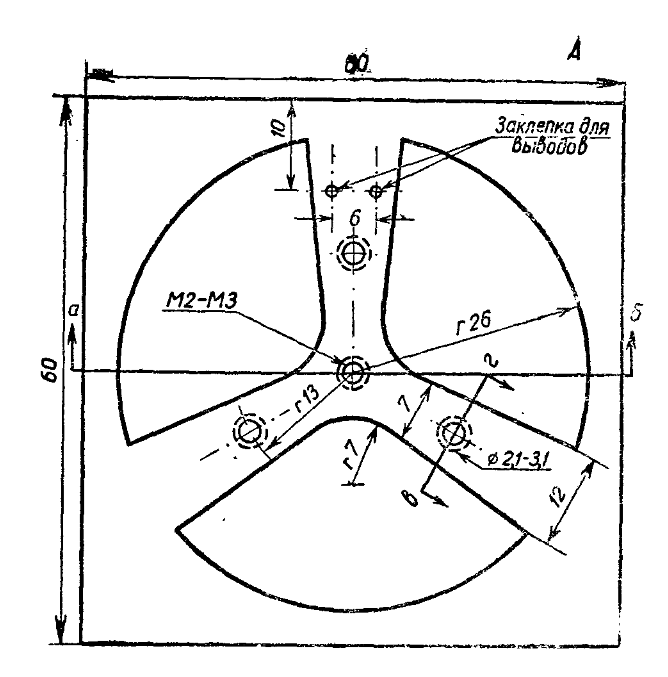
Заготовку из ткани надо предварительно накрахмалить, а затем наложить на оправку *а*.

Когда заготовка высохнет, ее надо проклеить. Для этого годятся клей БФ-2, растворенное в дихлорэтане оргстекло, полистирол или раствор целлулоида в ацетоне (годится и лак для ногтей).

Конус диффузора густо промазывается с двух сторон, а гофр с одной стороны. Хорошо высохший после пропитки диффузор (особенно хорошо его надо сушить при пропитке клеем БФ-2 во избежание приклеивания диффузора к пресс-форме) закладывают в пресс-форму, предварительно нагретую до 50—60° Ц, зажимают в тиски или струбцинку и оставляют остывать. Отпрессованный таким способом диффузор имеет достаточную жесткость и хорошо сохраняет свою форму. Когда все детали изготовлены, можно приступить к сборке громкоговорителя.

При сборке сначала на основании укрепляют отводы и наклеивают прессшпановое кольцо, затем на болтиках устанавливают деталь *Б* и приклеивают к ней капсюль, выводы которого припаивают в отводам; в центре диффузора прокалывают отверстие, на прессшпановое кольцо и конец шпильки наносят клей и диффузор устанавливают на место (рис. 7).

После высыхания клея приступают к регулировке громкоговорителя. Для этого используют звуковой генератор или действующую схему приемника на транзисторах. Поворачивая в ту или другую сторону регулировочные болтики (М-2, М-3), выбирают нужное поло-



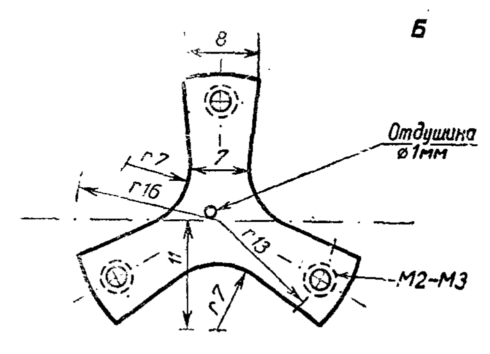


Рис. 6

жение капсюля по отношению к диффузору (при этом давление диффузора через шпильку передается на мембрану, которая занимает наиболее выгодное положение в зазоре). Такая регулировка позволяет получить максимальную громкость звучания. После регулировки громкоговоритель готов.

В случае если во время изготовления громкоговорителя мембрана будет погнута настолько, что регулировка не даст нужных результатов, ее можно выправить следующим образом: капсюль помещают на деревянный стержень, зажатый вертикально в тиски, и заос-

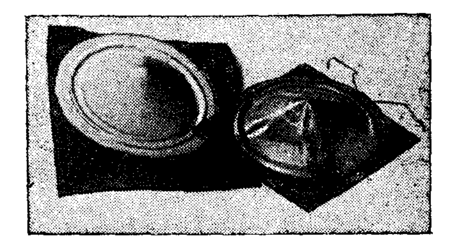


Рис. 7

тренной спичкой слегка нажимают на мембрану (см. рис. 5,*б*). После каждого нажатия надо проверять положение мембраны в зазоре.

Если мембрана после первого нажатия отклонилась не в ту сторону, капсюль следует повернуть и нажать на нее спичкой с другой стороны. Эту операцию следует проделывать особенно аккуратно, так как мембрану сильным нажимом можно выгнуть настолько, что она прижмется к одному из полюсов. Тогда установить ее в нейтральное положение не удастся и громкоговоритель будет работать тихо и с искажениями. В этом случае из капсюля надо извлечь мембрану и отжечь ее. Делается это следующим образом: латунная обойма развальцовывается, из нее извлекается капсюль, который разнимается на две половины, и мембрана вынимается; затем обе половины капсюля складывают, чтобы случайно не повредить выводы. Для отжига мембрану надо поместить между двумя ровными (лучше — отшлифованными) стальными пластинками размером примерно 30×30×3 *мм* и все вместе накалить на пламени до вишневого цвета, затем раскаленные пластины с находящейся между ними мембраной сильно зажать в тиски и оставить в них до полного остывания.

После отжига мембраны капсюль собирается либо в той же обойме, либо на клею без обоймы. Последнее удобней, так как при такой сборке на мембрану не ока-

зывается излишнее давление и, кроме того, капсюль без обоймы занимает значительно меньше места.

Звучание восстановленного таким способом ДЭМШа на слух почти не отличается от нового.

Все склейки при изготовлении громкоговорителя производятся клеем БФ-2 без подогрева.

Как показала практика, изготовленный по этому способу громкоговоритель работает в малогабаритных приемниках вполне удовлетворительно.

Однако следует учесть, что по качеству звучания он не может сравниваться с промышленными громкоговорителями.

Нужно иметь в виду, что на громкость звучания капсюля влияет также правильное включение его выводов в схему, что можно определить опытным путем.

СОДЕРЖАНИЕ